



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

체육학 석사 학위논문

소방공무원 체력 실태조사:
신체조성, 심폐능력 및 근 기능
중심으로

The Study of Physical Fitness on Firefighters:
Focusing on Body Composition,
Cardiorespiratory Capacity and Muscular
Function

2019 년 8 월

서울대학교 대학원

체 육 교 육 과

노 경 민

소방공무원 체력 실태조사:
신체조성, 심폐능력 및 근 기능
중심으로

지도 교수 송 욱

이 논문을 체육학 석사 학위논문으로 제출함
2019 년 8월

서울대학교 대학원
체 육 교 육 과
노 경 민

노경민의 석사 학위논문을 인준함
2019 년 8 월

위 원 장 _____ 문 효 열 _____ (인)

부위원장 _____ 이 충 근 _____ (인)

위 원 _____ 송 욱 _____ (인)

초 록

소방활동은 극한의 환경에서 보호장비를 착용하고, 임무수행을 함에 따라 높은 신체적인 능력과 체력을 필요로 한다. 이러한 소방공무원의 체력요소평가는 크게 심폐능력과, 근력, 근지구력과 상당한 관련이 있다. 현재 우리나라는 소방공무원들이 갖추어야 할 체력의 중요성에 대한 관심과 노력을 기울이고 있지만, 신뢰도와 타당도가 높은 과학적인 장비들을 이용한 체력상태에 대한 연구는 부족하며, 6가지 항목의 기초체력측정에 기반한 체력검정은 표준단위로 정량화 하기 어렵다. 따라서 본 연구를 통하여 소방공무원이 갖고 있는 체력 수준의 현황을 과학적인 장비들을 통하여 기초자료를 얻고, 현재 체력 수준을 파악하는 것이 목표이다.

총 102명의 소방공무원 (남 84명, 여 18명)을 대상으로 신체조성, 심폐능력, 근 기능을 측정하였다. 신체조성은 신장계와 DEXA를 사용하여 측정하였고, 심폐능력은 가스 분석기를 이용하여 상대적 VO₂max를 측정하였다. 근 기능은 악력계를 통하여 악력을 측정하였고 등속성 장비를 통하여 몸통, 무릎, 어깨의 peak torque와 total work를 측정하였다. 본 연구의 자료 처리는 SPSS 22.0 통계 프로그램을 이용하여 기술통계, T-test, ANOVA를 통하여 분석하였다. 모든 통계 유의 수준은 0.05로 설정하였다.

체지방량과 안정시 심박수를 제외하고 모든 신체조성에서 남녀 간의 차이를 보였다. 남성소방공무원의 상대적 VO₂max는 42.27 ml/kg/min, 여성소방공무원의 상대적 VO₂max는 35.93 ml/kg/min으로 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 남성소방공무원의 우측 어깨와 좌측 어깨의 peak torque값은 각각 103.1 Nm과 93.3 Nm이었으며, 여성소방공무원은 38.7 Nm, 34.9Nm로 각각 남성소방공무원의 37.5%%와 37.4%였다. 악력의 경우는 남, 여 각각 49.9 kg, 30.8 kg으로 나타났다.

본 연구의 소방공무원 체력은 일반 성인남성, 성인여성 보다는 우수하였지만, 외국소방관에 비해 체력수준이 떨어지고 남, 녀 간의 차이가 큰 것으로 나타났다. 이는 성별에 따른 체력 기준 설정과 체력검정방식이 원인이라고 추측되며, 소방당국은 체력 향상을 위한 프로그램을 보급하고 현재 체력검정방식에 대해서 재고해야 할 필요가 있다.

주요어 : 소방공무원, 체력, 신체조성, 심폐능력, 근력, 근지구력

학 번 : 2017-27517

목 차

제 1 장 서론	1
1.1 연구의 필요성	1
1.2 연구의 목적	6
1.3 연구의 가설	7
제 2 장 이론적 배경	8
2.1 소방공무원과 직무	8
2.1.1 소방공무원	8
2.1.2 내근직	9
2.1.3 외근직	9
2.2 소방공무원의 체력	11
2.2.1 소방공무원의 신체조성	11
2.2.2 소방공무원의 심폐능력	12
2.2.3 소방공무원의 근력 및 근지구력	16
제 3 장 연구 방법	21
3.1 연구대상	21
3.2 연구설계	22
3.3 측정 도구 및 방법	23
3.3.1 신체조성	24
3.3.2 혈압	24
3.3.3 악력	24
3.3.4 최대산소섭취량 및 최대심박수	25
3.3.5 근력 및 근지구력	26
3.4 자료처리	29

제 4 장 연구 결과	30
4.1 소방공무원의 신체조성결과	30
4.3 소방공무원의 심폐능력결과	36
4.3 소방공무원의 근 기능결과	40
제 5 장 논 의	42
5.1 신체조성	44
5.2 심폐능력	49
5.3 근 기능	53
5.4 종 합	56
참고문헌	60

표 목차

표 1. 20m 왕복 오래 달리기 평가기준 및 점수	16
표 2. 근력 및 근지구력 평가기준 및 점수	20
표 3. 측정도구	23
표 4. Bruce Protocol	26
표 5. 성별에 따른 소방공무원의 신체적 특성	30
표 6. 직무에 따른 남성 소방공무원의 신체적 특성	31
표 7. 직무에 따른 여성 소방공무원의 신체적 특성	32
표 8. BMI 분류에 따른 남성소방관과 여성소방관의 분포	33
표 9. BMI 분류에 따른 직무 별 남성 소방공무원의 분포	33
표 10. BMI 분류에 따른 직무 별 여성 소방공무원의 분포	34
표 11. 체지방률 분류에 따른 남성소방관과 여성소방관의 분포	34
표 12. 체지방률 분류에 따른 직무 별 남성소방관의 분포	35
표 13. 체지방률 분류에 따른 직무 별 여성소방관의 분포	35
표 14. 측정된 남, 여 소방공무원들의 평균 VO_{2max}	36
표 15. 직무 별 남, 여 소방공무원의 상대적 VO_{2max} 값	37
표 16. NFPA 가이드라인에 따른 남성소방공무원과 여성소방공무원의 분포	37
표 17. NFPA 가이드라인에 따른 남성소방공무원의 분포	38
표 18. NFPA 가이드라인에 따른 여성소방공무원의 분포	39
표 19. 남성소방공무원과 여성소방공무원의 양쪽 무릎, 양쪽 어깨, 몸통 peak torque값과 total work값과 악력 값	40
표 20. 직무 별 남성소방공무원의 양쪽 무릎 peak torque값과 total work 값	41
표 21. 직무 별 여성소방공무원의 양쪽 무릎 peak torque값과 total work 값	42

표 22. 직무 별 남성소방공무원의 양쪽 어깨 peak torque값과 total work 값.....	43
표 23. 직무 별 여성소방공무원의 양쪽 어깨 peak torque값과 total work 값.....	44
표 24. 직무 별 남성소방공무원의 몸통 peak torque값과 악력	45
표 25. 직무 별 여성소방공무원의 몸통 peak torque값과 악력	45
표 26. 해외 소방공무원과 한국 소방공무원의 신체조성 비교	49
표 27. 한국 소방공무원과 9개국 소방공무원의 VO ₂ max 비교	54
표 28. 한국 소방공무원과 5개국 소방공무원의 악력 비교.....	58

그림 목차

그림 1. 소방인력 현황	8
그림 2. 연구설계	22

제 1 장 서 론

1.1. 연구의 필요성

소방공무원은 특수 분야의 업무를 담당하는 특정직 공무원으로 (국가공무원법, 제2조), 소방공무원의 업무는 화재를 예방, 경계하거나 진압을 하고, 위급한 상황에서의 구조, 구급 활동을 통하여 국민의 생명과 재산을 보호하는 특수한 임무를 하고 있다 (소방기본법 1조). 이러한 소방공무원은 효율적인 임무수행을 위하여 직무를 나뉘어 업무를 하게 된다. 주로 사무업무를 담당하는 내근직과 현장업무를 담당하는 외근직으로 나뉘고, 외근직은 구급, 구조, 화재진압의 3가지 형태로 나뉘어 임무수행을 하게 된다 (Ryu & Cho, 2009). 내근직의 경우 주간근무를 담당하고 외근직의 경우 각 지방자치의 소방 수요와 지역특성을 고려하여 3조 1교대, 3조 2교대의 교대 근무직으로 임무수행을 하게 된다 (S. G. Park, 2015).

화재진압 및 구조와 같은, 많은 위험요소가 있는 현장에서 특수한 임무를 수행하는 소방공무원은 본인의 안전을 위하여 20~30kg의 개인보호장비를 착용하여 임무를 하게 되고 (Phillips, Scarlett, & Petersen, 2017), 이러한 보호 장비는 소방공무원에게 보다 더 높은 신체적인 강도를 요구한다 (Gledhill & Jamnik, 1992; S. E. Kim & Lee, 2016; E. Von Heimburg, Medbo, Sandsund, & Reinertsen, 2013).

따라서 극한의 환경에서 보호장비를 착용하고 임무를 수행하는 소방공무원은 높은 신체적인 능력과 체력을 필요로 한다 (Bang et al., 2012; Bos, Mol, Visser, & Frings-Dresen, 2004; Gledhill & Jamnik, 1992; Phillips et al., 2017; E. Von Heimburg et al., 2013)

심폐지구력은 소방공무원의 높은 신체능력을 평가하기 위해서, 필수적인 체력 요소이며 지표로 보여진다. 미국 National Fire Protection Association (NFPA)^①에서는 소방공무원의 임무와 관련된 작업을 수행하기 위해서 최소한 12METs (Metabolic Equivalents), 혹은 그에 준하는 42 ml/kg/min 이상의 유산소성 능력이 필요하다고 권고하고 있다 (ACSM, 2013; IAFF, 2008; NFPA, 2017). 또한 많은 소방공무원의 체력연구와 채용 제도에 관한 연구에서는 과학적인 측정방법을 사용하여 소방공무원으로서 필요한 산소섭취량의 기준을 제시하고 있다 (A. S Lindberg, Oksa, Gavhed, & Malm, 2013; F Perroni et al., 2010; Sheaff et al., 2010; T. W Storer et al., 2014; Williams-Bell, Villar, Sharratt, & Hughson, 2009). International Association of Fire Chiefs (IAFC)와 International Association of Fire Fighters (IAFF)가 함께 공동개발한 CPAT (Candidate Physical Aerobic Test)는 현재 미국 및 캐나다에서 소방공무원을 채용하는 체력검정방법으로 사용하고 있는데, Williams-Bell et al. (2009)는 CPAT를 실시 할 때, 모든 수행 구간에서 높은 수준의 유산소성 능력을 필요로 한다고 보여주고 있다. 스웨덴의 경우, CPAT와 비슷한 체력

^① 미국방화협회(NFPA)-화재에 관한 안전장치를 확립하는데 협력하는 소방협회이며, 국제적, 비영리적, 교육적인 조직이다.

측정검사에서 유산소성 능력을 필요로 한다는 것을 보여주고 있다. (A. S. Lindberg et al., 2013), 노르웨이의 경우에도 소방공무원 체력테스트인 Norwegian Labour Inspection Authority (NLIA) 에서도 심폐능력을 테스트 항목을 포함하고 있다. 이처럼 심폐능력은 소방공무원의 신체능력 평가에 있어서 중요한 지표이며, 갖추어야 할 필수적인 체력 요소라 할 수 있다.

심폐능력뿐만 아니라 근력과 근지구력의 근 기능도 소방공무원에게 중요한 체력 요소 중 하나이다. 직업 특성상 무거운 장비를 들고, 구조자를 옮기기 위하여 근력이 필요하고, 임무수행 시간이 연장되는 상황을 대비하여 근력 뿐만 아니라 근 지구력도 갖추어야 한다 (Michaelides, Parpa, Henry, Thompson, & Brown, 2011). 이처럼 근력과 근 지구력은 소방공무원의 임무수행과 밀접한 관련이 있기 때문에, 미국 NFPA에서는 소방공무원의 체력관리를 위하여 근력과 근 지구력을 평가에 포함하여야 한다고 권고하고 있으며, 하체, 복부, push-up, pull-up을 운동프로토콜에 포함해야 한다고 언급하고 있다 (NFPA, 2017). 또한 소방 연구와 관련된 많은 연구에서도 근력, 근 지구력을 측정하고 있다. Rhea, Alvar, and Gray (2004)의 연구를 살펴보면, 실제 현장에서 소방공무원이 임무수행 시 대표적으로 하는 4가지 동작(호스 당기기, 요구조자 끌기, 계단 오르기, 장비 옮기기)과 근력, 근 지구력은 큰 상관관계를 나타내며, CPAT의 연구에서도 1-RM (repetition maximum)과 근 지구력을 측정하였고, 이 연구에서 체력테스트를 완료하지 못한 대상자들의 1-RM과 근지구력이

체력테스트를 완료한 사람보다 낮다는 것을 보여주었다 (Williams-Bell et al., 2009). 또한 소방공무원들의 체력을 향상시키는 많은 중재연구에서도 근력과 근 지구력 측정부분을 포함시켰음을 알 수 있다 (Cornell, Gnacinski, Meyer, & Ebersole, 2017; Peterson, Dodd, Alvar, Rhea, & Favre, 2008; Ross Pawlak, Jody L. Clasey, Thomas Palmer, Thorburn B.Symons, & Abel, 2015).

현재 우리나라의 소방공무원 신규채용 체력검사의 경우, 국민체력실태조사에서 평가하는 체력측정 (*The Survey of National Physical Fitness*, 2017)을 바탕으로 하여 실제적인 소방 활동과 관련이 있는 (Hong, 2010; Ko, 2006; Rhea et al., 2004) 기초체력요인의 대표적인 6가지(악력, 배근력, 앉아 윗몸 앞으로 굽히기, 체자리 멀리뛰기, 윗몸 일으키기, 20m 왕복 달리기)를 측정항목으로 설정하여 체력검정을 실시하고 있다 (소방공무원 임용령 제36조) (Noh et al., 2018). 2011년부터는 소방공무원 체력에 관한 규정을 신규소방공무원과 동일한 항목과 기준으로 개정하여, 각 시, 도 단위의 소방기관에서 기존의 소방공무원들도 매년 체력측정을 실시하도록 하도록 하고 있다. 매년 실시한 체력측정의 결과는 꾸준히 근무 평점에 반영하고 있으며(소방공무원 승진임용 제2장), 2011년부터 4점에서 7점으로 체력검정평점을 상향조정 시켜 체력의 비중을 높임으로써 (Oh, 2013), 극한상황에서도 임무 활동을 하기 위한 소방공무원 체력의 중요성을 강조하고 있는 것으로 보인다.

이처럼 소방공무원들이 갖추어야 할 체력의 중요성에 대한 관심과

노력을 기울인 결과로, Noh et al. (2018)의 연구에서는 2011 부터 2016년도 까지 6가지의 체력 요소 추이에서 남,여 모두 증가하는 경향을 보이고 있다. 하지만, 우리나라는 현재까지 신뢰도와 타당도가 높은 과학적인 장비들을 이용하여 소방공무원들의 면밀한 체력 상태 파악에 대한 연구는 부족한 실정이며 현재의 기초체력 측정법에 의한 결과로는 심폐능력이나 근력 및 근지구력의 표준 단위로 정량화 하기 어렵기 때문에 실질적인 소방공무원의 활동에 필요한 체력을 갖추었는지의 실태를 판단하기에 부족하다 할 수 있겠다.

따라서 신뢰도와 타당도가 높은 과학적인 측정도구들을 사용하여 소방공무원의 신체조성, 심폐능력과 근력 및 근 지구력을 측정한 데이터를 확보하고, 이를 바탕으로 현재 소방공무원이 가지고 있는 체력 수준의 현황과 문제점을 파악할 할 필요성이 있다.

1.2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 현재 서울시 소방공무원 총 102명을 대상으로 신체조성, 심폐능력, 근력, 근 지구력을 측정하여, 소방공무원의 성별, 직무에 따라 현 체력상태를 객관적으로 살펴보고, 체력향상을 위한 훈련 프로그램을 개발하기 위한 그 기초자료로 제공하고자 한다.

1.3. 연구의 가설

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 연구 가설을 설정하였다.

- 1) 소방공무원 남, 여 그리고 내근, 구급, 구조, 화재진압에 따라 신체조성에 있어 차이가 존재 할 것이다.
- 2) 소방공무원 남, 여 그리고 내근, 구급, 구조, 화재진압에 따라 최대산소섭취량 (VO_{2max})에 있어 차이가 존재 할 것이다.
- 3) 소방공무원 남, 여 그리고 내근, 구급, 구조, 화재진압에 따라 $60^{\circ} / \text{sec}$ peak torque값에 있어 차이가 존재 할 것이다.
- 4) 소방공무원 남, 여 그리고 내근, 구급, 구조, 화재진압에 따라 $180^{\circ} / \text{sec}$ Total work값에 있어 차이가 존재 할 것이다.
- 5) 소방공무원 남, 여 그리고 내근, 구급, 구조, 화재진압에 따라 악력의 차이가 존재 할 것이다.

제 2 장 이론적 배경

2.1 소방공무원과 직무

2.1.1 소방공무원

소방공무원이란 특수 분야의 업무를 담당하는 공무원으로서 공무원법에서 특정직 공무원으로 지정하는 공무원을 말한다 (국가공무원법 1장, 2조). 소방공무원은 국가직, 지방직으로 나뉘며 화재, 재난, 재해 및 테러, 그 밖에 위급한 상황에서 국민의 생명과 신체 및 재산을 보호하며 삶의 질 향상에 이바지 하는 역할을 한다. 그 역할에 따라 내근 / 구급 / 구조 / 화재진압으로 나뉜다. 현재 사회적 환경이 고 산업화 되고 집적 산업으로의 변화, 기상변화에 따른 이상 기후 현상이 발생하면서 화재, 재난, 재해 발생 위험요소가 증가함에 따라 이에 부합하는 대응능력을 강화하기 위해 소방 인력의 수요는 최근 10년간 꾸준히 증가해 왔다 <그림 1>.

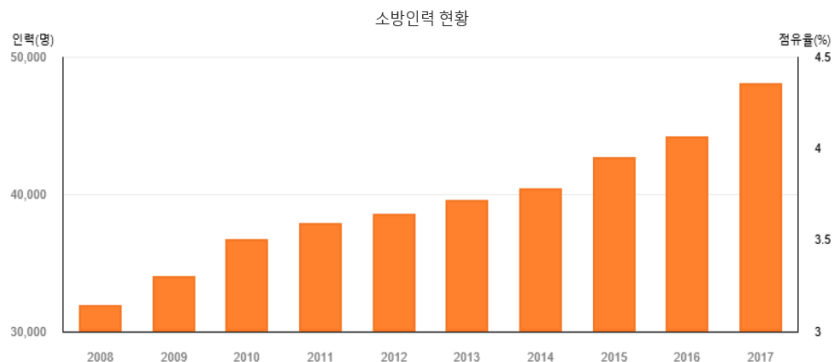


그림 1. 소방인력 현황 (통계청 통계연보 2017)

2.1.2 내근직

내근직이란 바깥 현장이 아닌 사무실 같은 곳에서 일하는 직업 또는 직무를 통틀어 이르는 말로써, 소방공무원 내근직의 경우 주간근무(오전9시 ~ 오후6시)를 하게 된다 (J. M. Kim, 2005). 내근직 소방공무원의 경우 소방 및 화재에 관련한 건축물의 안전기준에 따른 설계나 소방 점검, 소화전의 검사 및 허가를 내주는 업무와, 공단이나 공장, 주유소와 같이 위험물을 취급하는 곳에 대해서도 관리를 한다. 그 외에도 사고 현장에 출동하여 발화지점이나 피해상황을 경찰과 함께 파악하고, 사고 종료 후, 사고현장 감식과 함께 피해 자산 등을 추정하는 역할을 한다 (J. M. Kim, 2005).

2.1.3 외근직

직장 밖에 나가서 일을 하는 직무 또는 그런 분야에 종사하는 직원을 일컫는 말로, 소방공무원의 경우 구급, 구조, 화재진압을 모두 포함하며, 흔히 일반적으로 생각하는 화재진압과 재난 재해 발생 시 구조활동을 수행하는 역할을 한다. 구급대원의 경우 각종 사고현장에서 환자발생 시 응급처치와 신속하게 병원으로 후송하는 업무를 담당하고, 구조대원의 경우 재난 혹은 사고현장에 투입되어 인명구조를 하는 역할을 담당한다 (J. M. Kim, 2005). 화재진압의 경우 현장에 투입되어 화재를 진압하고 인명구조를 하는 업무를 담당한다 (J. M. Kim, 2005). 외근직은 교대직으로 임무를 수행하고 있으며, 각 지방자치의 인력과 상황에 맞게 3조 1교대의 3주기, 3조 2교대의 6, 9, 21주기로

교대근무를 하고 있다 (S. G. Park, 2015).

2.2 소방공무원의 체력

2.2.1 소방공무원의 신체조성

신체조성이란 인체를 구성하고 있는 기관이나 조직 등을 정량적 또는 상대적인 비율로 나타낸 것으로 (Rantanen, Era, Kauppinen, & Heikkinen, 1994), 체내 지방, 뼈, 근육의 양을 확인하는 지표이다. 신체조성은 유전, 연령, 생활습관에 의해서 변하며, 특히 운동에 의해 변화한다. 지방을 제외한 양 (제지방량)이 많으면 건강한 신체를 유지하고 있다고 할 수 있다.

근 파워와 근지구력이 필요한 소방공무원에게 신체조성에서 골격근량이 중요하지만 (Rhea et al., 2004), 체지방량도 소방공무원의 퍼포먼스에 영향을 미치는 것으로 나타났다 (Andrew G. Siddall, Stevenson, Turner, & Bilzon, 2018). 영국의 UK fire and Rescue Service에서 현재 소방관의 체력평가를 하고 있는 Firefighting Simulation Test (FFST) (equipment carry, casualty evacuation, hose run)의 완료 시간과 체지방량의 연관성을 연구하였는데, 많은 평가 요소 중 체지방량이 가장 큰 관련이 있는 것으로 밝혀졌다 (Andrew G. Siddall et al., 2018). 미국 소방공무원 사망자료에서, 심혈관계 질환이나 뇌혈관 질환이 소방공무원 직업관련 사망원인 1위를 차지하고 있다고 보고되었는데 (Li, Lipsey, Leach, & Nelson 2017; T. W Storer et al., 2014), T. W Storer et al. (2014)와 Elpidoforos S. Soteriades et al. (2005)의 연구에서는 이러한 심혈관계 질환이나 뇌혈관 질환에 걸릴 확률이, 과체중

이나 비만을 갖고 있는 소방공무원에게 발생할 확률이 정상 그룹의 소방공무원보다 훨씬 더 높게 발생한다고 보여주고 있다. 또한 소방공무원의 심혈관계 질환과 뇌혈관질환은 체지방량, BMI, 혈압과 매우 밀접한 관련이 있다고 보고되었다 (Elpidoforos S. Soteriades et al., 2005; Stefanos N. Kales, Antonios J. Tsismenakis, Chunbai Zhang, & Soteriades, 2009). 불균형한 신체조성과 과도한 체지방으로 인한 몸무게의 증가는 임무수행에 지장을 줄 뿐만 아니라 심혈관계 질환이나 뇌혈관 질환에 걸릴 위험성을 높이는 결과를 초래한다. 이 때문에 T. W. Storer et al. (2014)는 소방공무원은 임무수행을 위한 최적화 된 신체조성과 적절한 몸무게가 필요하다고 강조하고 있다.

2.3.2 소방공무원의 심폐능력

소방공무원의 임무를 실제측정과 시뮬레이션으로 측정한 많은 연구에서 소방관들은 호흡능력과 순환능력을 요구하는 것으로 나타나 있다 (Davis & Dotson, 1987; Lemon & Hermiston, 1977; Misner, Plowman, & Boileau, 1987). 이러한 호흡능력과 순환능력은 대표적으로 유산소성 능력이나 심폐지구력을 판정하는 측정 지표인 최대산소섭취량으로 나타낼 수 있다. 최대산소섭취량은 단위 시간 내에 최대로 산소를 섭취할 수 있는 정도를 나타내며 심폐능력과 혈액의 산소운반능력 및 조직(근육)의 산소이용능력을 종합한 것으로 폐의 환기능력, 혈액의 산소 결합도, 산소유리능력, 심박출량에 의해서 결정된다 (Powers, 2014). 무게에 따른 상대적인 최대산소섭취량은

ml/kg/min의 단위를 사용하고 절대적인 최대산소섭취량은 L/min의 단위를 사용한다. 이러한 최대산소섭취량은 많은 소방공무원의 연구에서 중요한 지표로 사용된다 (Kirlin, Nichols, Rusk, Parker, & Rauh, 2017; Rhea et al., 2004; Andrew G. Siddall et al., 2018; Tierney, Lenar, Stanforth, Craig, & Farrar, 2010) .

Lemon and Hermiston (1977)의 연구를 시작으로 많은 관련 연구에서 소방공무원에게 필요한 상대적인 산소섭취량의 경우 기본적으로 40 ml/kg/min 에서 45 ml/kg/min 의 수준을 요구 하였으며, 절대적인 산소섭취량의 경우 2.9 L/min 에서 4.0 L/min까지 필요하다고 주장하고 있다 (Davis, Dotson, & Santa, 1982; Gledhill & Jamnik, 1992; Kilbom, 1980; Lemon & Hermiston, 1977; Louhevaara, Smolander, Korhonen, & Tuomi, 1986; E. D. Von Heimburg, Rasmussen, & Medbø, 2006). 임무수행을 위한 상대적인 산소섭취량인 40 ml/kg/min과 45 ml/kg/min을 METs 대사량으로 환산 해 보면, 약 11.43 METs에서 12.85 METs로 환산된다 (ACSM, 2013; Ainsworth et al., 2000). 이러한 축적된 연구와 데이터들을 기반으로 하여, 미국 NFPA의 경우, 소방공무원의 임무와 이들의 관련된 작업을 수행하기 위해서 최소한 12METs(Metabolic Equivalent Tasks) 혹은 그 이상의 유산소성 능력이 필요한 것으로 권고하고 있다 (IAFF, 2008; NFPA, 2017). 12METs의 운동강도는 7 ~ 7.5mph의 속도로 러닝을 하거나, 75lb(약 34kg)의 무게를 들고 걷는 강도와 비슷한 강도로 고강도의 운동강도에 해당된다 (Ainsworth et al., 2000).

현재 미국 내 다수의 주정부에서 채택하고 있는 소방공무원 후보생 체력검사인 Candidate Physical Ability Test (CPAT)^②의 8가지 동작(1=계단 오르기, 2=호스 끌기, 3=장비 옮기기, 4=사다리올리기, 5=강제진압, 6=길 찾기, 7=인명구조, 8=천장치고당기기)을 실시 할 때 요구하는 실제 생리학적 요구량을 살펴보면, 합격한 인원의 남성 평균 최대산소섭취량은 53.0 ml/kg/min, 4.28 L/min이고, 여성 평균 최대산소섭취량은 51.9 ml/kg/min, 3.33 L/min으로 각각 나타났다 (Williams-Bell et al., 2009). 심폐기능의 또 다른 지표로 사용 되고 있는 최대심박수의 경우는 (Powers, 2014), 남녀 모두 188 beat/min으로 나타났다 (Williams-Bell et al., 2009). 노르웨이에서 현직에 근무하고 있는 14명의 소방공무원의 최대산소섭취량을 측정한 결과 평균 53 ml/kg/min으로 나타났다 (E. D. Von Heimburg et al., 2006). 그 밖에도, 많은 나라의 소방공무원의 최대산소섭취량을 측정한 결과에서는 성별과 관계없이 40 ml/kg/min을 초과하는 수치를 보여주고 있다 Kaikkonen, Lindholm, and Lusa (2017); (Li et al., 2017); A. S. Lindberg, Oksa, Antti, and Malm (2015); Nogueira et al. (2016); F. Perroni, Cignitti, Cortis, and Capranica (2014); (A G Siddall, Stevenson, Turner, Stokes, & Bilzon, 2016; Windisch, Seiberl, Schwirtz, & Hahn, 2017). 이와 같은 연구결과를 토대로 최대산소섭취량이 30-40 ml/kg/min의 범위 안에 있는 일반인과 비교하였을 때 (Powers, 2014), 소방공무원의 심폐능력 수준은 월등히

^② 미국에서 실시하는 소방공무원 체력검정 방법. 10분 30초안에 8가지 동작을 수행하여야 하며, Pass/Fail로 결정한다. 동작을 하는 동안은 절대로 뛰지 못한다.

뛰어나며 높은 강도의 업무를 원활히 수행하기 위하여 일반인들보다 높은 심폐능력을 유지해야 한다는 것을 알 수 있다.

소방공무원의 유산소성 능력은 소방공무원의 임무수행 시 필요한 능력뿐만 아니라 부상과 질환에도 상당한 관련이 있다고 알려져 있다 (Poplin, Roe, Peate, Harris, & Burgess, 2013; Seyedmehdi et al., 2016). 2005년부터 2009년까지 미국 Arizona 주에 있는 21개의 소방서 코호트 연구에서, 소방공무원의 유산소성 능력은 부상 혹은 염좌의 빈도수와 상당히 관련이 있는 것으로 나타났다 (Poplin et al., 2013). 실제로 43 ml/kg/min미만의 최대산소섭취량을 가지고 있는 소방관들은 48 ml/kg/min를 초과한 최대산소섭취량을 가지고 있는 집단보다 2.2배 더 부상의 위험성이 있고, 43 ml/kg/min에서 48 ml/kg/min사이의 최대산소섭취량을 가지고 있는 소방공무원은 1.38배 더 부상의 위험성을 보였다고 한다 (Poplin et al., 2013). 이러한 결과를 수치화 하였을 때, 최대산소섭취량이 3.5 ml/kg/min(1METs)이 증가할 때마다 부상의 위험성을 약 14%씩 줄인다는 결과가 나왔다 (Poplin et al., 2013). 부상 뿐 아니라 심혈관계 질환과도 상관관계가 있음을 알 수 있는데, 이란의 Seyedmehdi et al. (2016)의 연구에서는 유산소성 능력이 더 높은 소방공무원이 심혈관계 질환에 걸릴 위험요소가 더 낮음을 보였다.

우리나라 소방공무원 체력측정 중, 20m 왕복 오래 달리기가 심폐능력을 측정하는 지표로 활용된다. <표 1>에서 20m 왕복 오래 달리기의 만점 기준인 남자 78회 이상, 여자 43회 이상을 추정식으로

환산해 보면 (R. Ramsbottom, J. Brewer, & Williams, 1988), 남자의 경우 약 45 ml/kg/min 정도이고 여성의 경우 약 34 ml/kg/min 정도로 추정할 수 있다. 이와 같은 최대산소섭취량의 수준은 앞선 연구와 비교하였을 때, 남성소방공무원의 경우 만점과 가까운 점수를 획득 할 수 있는 수준이 되어야 임무수행이 가능한 정도이고, 여성소방공무원의 경우는 만점을 맞더라도 임무수행에 있어서 부족한 수준임을 확인 할 수 있다.

표 1. 20m 왕복 오래 달리기 평가기준 및 점수 (회)

점수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
남	~57	~60	~63	~67	~71	~74	~75	76	77	78~
여	~28	~30	31	~33	~36	~39	~40	41	42	43~

2.3.3 소방공무원의 근력 및 근지구력

근력이란 근육이나 근조직이 저항을 이겨내는 최대의 힘 또는 수축력에 의하여 발휘하는 근육의 힘을 말한다 (J. M. Kim, 2005). 이는 곧, 큰 외력을 나타내거나 무거운 중량을 들어올릴 수 있는 능력을 말한다. 근 지구력은 어떠한 일을 반복적으로 수행할 때, 근 수축을 유지하는 근육의 능력 또는 힘을 의미하는데 소방공무원은 임무수행 시 기본적인 보호장비 착용과 함께 무거운 장비를 들거나 현장에서 요구조자를 이송하기 위하여 근력이 필요하고, 큰 재난이 발생할 시 임무수행 시간이 연장되는 상황을 대비하여 근력 뿐 아니라 근 수축을

유지 할 수 있는 근 지구력도 갖추어야 한다 (Michaelides et al., 2011).

소방공무원의 근력 및 근 지구력은 심폐능력과 같이 최소한의 기준치를 제시하지는 않지만, 많은 연구에서 퍼포먼스와 상관관계가 있는 동작들을 소방공무원을 평가하는데 필요하다고 제시하고 있다 (Rhea et al., 2004; Sheaff et al., 2010; E. Von Heimburg et al., 2013; Williams-Bell et al., 2009).

Gledhill and Jamnik (1992)는 소방 활동과 관련된 동작들이 당기기(pulling), 밀기(pushing), 들기(lifting), 치기(chopping), 오르기(climbing)라고 주장했으며, NFPA에서는 호스 전개, 강제진입, 물건 들기, 사람 구하기, 계단 오르기를 소방 활동과 관련된 동작들로 보고 업무수행검사로 권장하고 있다 (Williford, Duey, Olson, Howard, & Wang, 1999). 소방공무원들이 임무수행 중에 나타나는 대표적인 4가지 동작(호스 당기기, 사람 끌기, 계단 오르기, 장비 옮기기)과 여러 근력과 근지구력 요소와 상관관계를 살펴 본 연구를 살펴보면, 근력 요소 중 대흉근과 악력은 모든 동작에서 상관관계가 있는 것으로 밝혀졌고, 근 지구력 요소 중 등, 가슴, 어깨가 모든 동작에서 상관관계가 있는 것으로 밝혀졌다 (Rhea et al., 2004). 또한 무산소성 지구력을 측정하는 400m 달리기도 모든 동작에서 상관관계를 보였다 (Rhea et al., 2004). NFPA에서도 소방공무원의 fitness training 구성요소에 근력의 요소로서 악력, bench press, Leg press의 1-RM을 측정하도록 권고하고, 근 지구력의 요소에는 push-up, pull up, sit-

up을 포함하는 것을 권고하고 있다 (NFPA, 2017).

악력은 손가락으로 물건을 쥘 때의 근력으로 상체를 대변하는 체력 측정항목으로 널리 사용된다. 신체의 근력들과 유의한 상관관계가 있고 (Rantanen et al., 1994), 많은 연구에서 소방공무원의 임무수행에서 유의한 상관관계를 나타내기 때문에 소방공무원에게는 필수적인 체력측정 항목이라고 볼 수 있다 (Hong, 2010; Ko, 2006; Rhea et al., 2004). 미국의 소방공무원 채용 검사 CPAT에서 합격한 사람들의 양손의 악력의 평균은 남녀 각각 56.2kg, 34.5kg이었다 (Williams-Bell et al., 2009). 이는 소방공무원들의 양손의 악력의 합을 측정한 다른 연구에서 117kg인 결과와 비슷한 수치이다 (T. W Storer et al., 2014). 독일 소방공무원 41명을 측정한 악력의 평균은 58.7kg (Davis et al., 1982), 총 49명의 캐나다의 소방공무원을 측정한 양손 악력의 합의 평균은 남성소방공무원의 경우 118.14kg, 여성소방공무원의 경우 80.83kg으로 각각 나타났다 (Nazari, MacDermid, Sinden, & Overend, 2017).

CPAT에서 30kg의 벤치프레스를 한계점까지 실시한 상체 근지구력 테스트에서는 남자 평균 35.1회, 여자 평균 13.2회를 기록했고, 123kg의 leg press를 실시한 하체 근지구력 테스트에서는 각각 41.7회, 20.1회를 기록했다 (Williams-Bell et al., 2009). 근력의 측정 척도인 1-RM(One-Repetition Maximum)에서는 bench press는 남녀 각각 82.7kg, 42.5kg으로 나타났고, shoulder press는 51.7kg, 26.7kg으로 나타났고, leg press는 340.9kg, 204.1kg으로 나타났다 (Williams-Bell

et al., 2009). 노르웨이 소방관의 1-RM을 측정할 결과 bench press는 89kg, leg press는 192kg로 나타났고, behind neck shoulder press는 59kg으로 나타났다 (E. D. Von Heimburg et al., 2006). 독일 소방공무원의 경우 leg press(한쪽) 126.5kg으로 나타났고, 최대반복까지 수행하는 팔굽혀펴기는 29회로 나타났고, 10kg의 덤벨을 들고 하는 shoulder press는 23회로 나타났다 (Windisch et al., 2017). 이러한 근력 및 근지구력 평가의 결과는 각 나라의 평가방법이 조금씩 다르지만 소방공무원들이 수행한 기록을 보았을 때, 상당히 높은 수준의 근력과 근 지구력을 유지하고 있다고 볼 수 있다.

우리나라의 경우는 <표 2>와 같이 상체 근력을 측정하는 악력, 상체 근 지구력을 측정하는 윗몸 일으키기, 하체와 등의 근력을 측정하는 배근력 등을 소방공무원 체력 검정의 항목으로 선정하여 실시하고 있다. 악력의 경우 만점의 기준이 남자의 경우 60kg, 여자의 경우 37.0kg이고, 배근력은 206kg, 121kg 이상, 윗몸 일으키기 경우 남녀 각각 52회, 42회를 만점기준으로 삼고 있다.

표 2. 근력 및 근 지구력 평가기준 및 점수

점수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
악력										(kg)
남	48.0	50.0	51.5	52.8	54.1	55.4	56.7	58.0	59.9	60.0
여	28.9	30.2	31.1	31.9	32.9	33.7	34.6	35.7	36.9	37.0
배근력										(kg)
남	153	158	165	169	173	178	185	194	205	206
여	91	95	98	101	104	107	110	114	120	121
윗몸일으키기										(회)
남	43	44	45	46	47	48	49	50	51	51
여	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42

제 3 장 연구 방법

3.1 연구 대상

본 연구에 참여하는 피험자는 소방서 등급 산정 기준 1급서인 G 소방서와 Y 소방서에 근무하고 있는 소방관들을 102명을 선정하였다. 남성 소방공무원의 경우, 내근 / 구급 / 구조 / 진압의 직무에서 각각 21명씩, 총 84명을 선정하였고, 여성 소방공무원의 경우, 내근 / 구급 / 진압 직무에서 각각 4명, 7명, 7명, 총 18명을 선정하였다. 구조 직무의 여성 소방공무원은 채용하지 않기 때문에 내근, 구급, 진압 직무에서만 선정하였다. 모든 연구 참여자에게 소방청에 공문 협조를 하여 일과 중 측정참여자는 출장 확인서를, 일과 종료 후 측정참여자는 2시간의 추가 근무시간 인정을 요청 하였다.

심혈관계 질환이 있거나, 연구 참여에 의사가 없는 피험자는 연구의 대상에서 제외시켰다. 모든 실험참여자에게 25,000원 상당의 사례품을 지급하였으며, 동의서에 대한 충분한 설명을 진행하였다. 측정 중에 충분한 휴식시간과 음료 및 간식을 제공 하였으며, 연구에 앞서 생명윤리위원회(IRB)의 승인을 얻은 후 연구를 진행하였다.

3.2 연구 설계

본 연구의 설계는 <그림 2>와 같다.

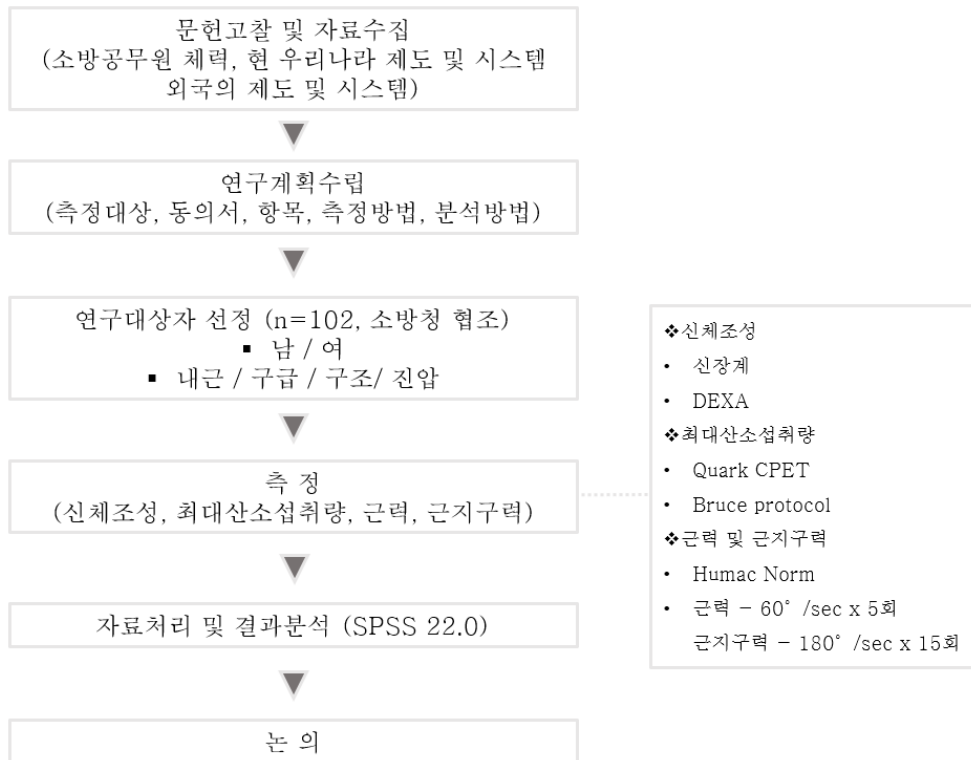


그림 2. 연구 설계

3.3 측정 도구 및 방법

본 연구의 측정 도구는 <표 3> 과 같다.

표 3. 측정도구

장 비	측정 항목	제조사
DXA (Dual energy X-ray absorptionmetry)	신체조성	Hologic, USA
Extensometer	신장	
BPBIO-320s	혈압	Biospace, Korea
Grip Dynamometer	악력	Takei, Japan
Quark CPET	최대산소섭취량	COSMED, Italy
Polar Strap H7	심박수	Polar, Finland
Humac Norm	근력 및 근지구력	CSMI, USA

신체조성과 악력은 A 연구자가 측정하였고, 최대산소섭취량과 근 기능의 측정은 각각 B, C 연구자가 측정하도록 하였다. 측정 순서는 신체조성 → 혈압 → 악력 → 최대산소섭취량 → 근 기능 순으로 측정하였고, 근 기능 측정 순서는 몸통 → 무릎 → 어깨 순으로 측정을 진행하였다. 측정순서는 모든 피험자에게 동일하게 적용하고, 최대산소섭취량과 근 기능 측정 사이에 20분 이상의 충분한 휴식시간과 음료를 제공하였다.

3.3.1 신체조성

본 연구에서는 신체조성 중 신장(cm)은 신장계를 사용하여 측정하였고, 체성분 분석은 DXA(Hologic, USA)를 사용하여 체중(kg), 체지방량(kg), 근육량(kg), 체지방률(%), BMI(Body mass index; kg/m^2)을 측정한다. 피험자는 4시간 이상의 공복을 유지하고, 측정 전 5분 이상의 충분한 안정 시간을 갖게 하였다. 피험자는 양말을 벗고, 신체의 모든 금속 물질을 제거하여 머리 끝과 발 끝이 경계선 안에 들어 가도록 정확히 위치 시킨다. 측정 시에 피험자는 천장을 향하여 부동자세를 6분정도 유지하도록 한다.

3.3.2 혈압

혈압은 BPBIO-320s(Biospace, Korea)를 사용하여 수축기 혈압, 이완기 혈압, 안정시 심박수를 측정하였다. 혈압 측정 전, 약 5분간의 충분한 휴식시간을 부여한 후, 오른팔을 측정 하였다. 측정 시, 피험자는 전방을 향하고 측정이 끝날 종료 될 때까지 부동자세를 유지하도록 하였다.

3.3.3 악력

악력은 악력계(Takei, Japan)를 사용하여 측정하였다. 두 발을 골반 너비 정도로 선채, 손가락의 두 번째 관절이 악력계의 잡는 부분에 위치하도록 하고, 팔꿈치를 편 상태로 좌 우측 번갈아 가면서 2회씩, 총 4회의 평균값을 기록하였다 (Yoon, Hwang, Lee, Lee, & Song, 2018).

3.3.4 최대산소섭취량(VO_{2max}) 및 최대 심박수(HR max)

최대산소섭취량과 최대심박수는 Quark CPET(COSMED, Italy)와 heart strap H7 (Polar, Finland)를 사용하며, 운동부하검사는 <표 4>와 같이 Bruce Protocol로 실시하였다 (ACSM, 2013). 준비운동을 실시 한 후, 운동 자각도 (RPE, Rate of Perceived Exertion)와 응급상황을 주지시키고 (Borg, 1982), 트레드밀 (Treadmill)에 적응할 수 있도록 1-2분간 걸어보도록 하였다. 이후 가스 분석용 마스크와 Heart strap을 채우고 측정을 실시하였다. 측정 실시 중 1분마다 피험자의 운동자각도 (RPE)를 확인하였다. 측정 중단은 아래와 같은 기준 3가지 이상을 만족하였을 때 측정을 즉시 중단하였다. 측정을 중단 후 3분 정도로 cool-down을 하여 심박수가 120이하로 떨어질 때까지 실시하였다.

- 1) 최대로 도달한 심박수가 220-만나이 일 때
- 2) 운동강도가 증가함에도 산소섭취량이 고원 상태(plateau) 일 때
- 3) 운동강도가 증가함에도 심박수가 고원 상태(plateau) 일 때
- 4) 호흡교환율이 (RER)이 1.15 이상일 때
- 5) 운동자각도 (RPE)가 9 이상일 때 (최대 10)

표 4. Bruce Protocol

단계(stage)	속도(mph)	경사(slope)	시간(time)
1	1.7	10.0	3
2	2.5	12.0	6
3	3.4	14.0	9
4	4.2	16.0	12
5	5.0	18.0	15
6	5.5	20.0	18

3.3.5 근력 및 근 지구력

근력 및 근 지구력은 등속성 장비인 Humac Norm(CSMI, USA)을 사용하여 측정하였다. 측정 부위는 몸통, 무릎, 어깨의 굴곡(flexion)과 신전(extension)을 측정하였다. 무릎과 어깨는 양쪽 모두 측정하며, 항상 오른쪽부터 측정을 시작하였다. 근력 검사는 60° /sec의 각속도로 5회 측정하여 Peak Torque값을 측정하고, 근지구력 검사는 180° /sec의 각속도로 15회를 실시하여 Total Work 값을 측정하였다 (Ann-Sofie Lindberg, Juha Oksa, & Malm, 2014; Lertwanich, Lamsam, & Kulthanan, 2006). 측정 전, 장비에 대한 적응을 위하여 본인 최대 힘의 약 50-60% 힘으로 3회의 연습을 실시하고, 1분 휴식 후 본 측정을 실시 하도록 하였다. 또한 근력과 근지구력 측정 사이에 1분의 휴식시간을 실시하도록 하였다.

3.3.5.1 몸통

피험자가 측정 장비에 올라서서 양 옆에 달린 고무패킹이 피험자의 장골능 (Iliac crest)에서 약 3cm정도 밑에 위치 하도록 하고, 가상의 중간 액와선 (middle axillary line)이 일직선 상이 되도록 허리 받침대를 조절하고, 골반을 고정시킨 후 상체를 고정시켰다. 몸통의 운동범위 (Range Of Motion)는 $0^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 로 설정한 후 측정을 시작하였다.

3.3.5.2 무릎

피험자가 앉은 상태에서 오금이 의자에서 약간 떨어지게 앉게 한 후 등받이를 $85^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 로 고정시키고 상체와 허벅지를 단단히 의자에 고정시켰다. 대퇴의 외측상과 (Lateral epicondyle of femur)가 dynamometer의 중심축과 일직선이 되도록 맞추고, Knee stabilizer pad의 가장 아랫부분이 발목 위쪽으로 약 2cm위에 위치시킨 후 고정시켰다. 무릎의 운동범위 (Range Of Motion)는 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 로 설정한 후, gravity torque correct를 설정하고 측정을 시작하였다.

3.3.5.3 어깨

피험자가 누운 상태에서 어깨의 건봉(acromion)이 dynamometer의 중심축과 일직선이 되도록 맞춘다. 팔꿈치가 쭉 펴지도록 adapter를 조절하여 움직임에 불편함이 없는지 확인한다. 허리와 하체를 고정시킨 후, 어깨의 운동범위 (Range Of Motion)는 $0^{\circ} \sim 120^{\circ}$ 로 설정한 후

gravity torque correct를 설정하고 측정을 시작하였다.

3.4 자료 처리

본 연구의 가설을 검증하기 위하여 SPSS 통계프로그램 (Ver 22.0, Chicago IL, USA)을 이용하여 다음과 같이 분석하였다.

- 1) 모든 항목은 기술통계를 사용하여 평균(M)과 표준편차(SD)를 구한다.
- 2) 성별 간 차이 검증을 위해 T-test를 실시한다.
- 3) 직무 간 차이 검증을 위해 ANOVA를 실시한다.
- 4) 사후 검증 (Post-hoc)을 위해 Tukey HSD를 실시한다.
- 5) 모든 통계의 유의 수준은 $p < 0.05$ 로 설정한다.

제 4 장 연구 결과

4.1 소방공무원 신체조성

남성소방공무원 84명과 여성소방공무원 18명의 신체조성, 혈압, 안정 시 심박수를 측정한 결과 다음과 같다.

표 5. 성별에 따른 소방공무원의 신체적 특성

	남성(n=84)	여성(n=18)
나이(세)**	39.7(8.94)	32.7(5.72)
신장(cm)***	173.9(4.38)	162.9(7.84)
체중(kg)***	74.4(8.32)	57.0(5.82)
BMI(kg/m ²)***	25.1(2.37)	22.3(2.46)
체지방량(kg)	18.73(4.39)	19.16(4.11)
근육량(kg)***	52.4(5.43)	35.6(3.04)
체지방률(%)***	25.1(3.96)	33.4(4.64)
수축기 혈압(mmHg)***	126.8(13.09)	108.7(7.47)
이완기 혈압(mmHg)**	81.4(12.27)	71.2(8.16)
안정시 심박수(bpm)	75.5(11.26)	80.3(11.35)

mean(SD), ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

성별에 따른 소방공무원의 신체적 특성에서 나이 ($p=0.002$) 신장 ($p<0.001$), 체중 ($p<0.001$), BMI ($p<0.001$), 근육량 ($p<0.001$), 체지방률 ($p<0.001$), 수축기 혈압 ($p<0.001$), 이완기 혈압 ($p<0.001$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였고, 체지방량 ($p=0.704$), 안정시 심박수 ($p=0.099$)에서는 남녀간의 차이를 보이지 않았다.

표 6. 직무에 따른 남성 소방공무원의 신체적 특성

	내근 (n=21)	구급 (n=21)	구조 (n=21)	진압 (n=21)
나이(세)	39.7 (9.24)	37.9 (6.56)	39.4 (8.76)	41.7 (10.91)
신장(cm)	173.0 (5.38)	173.8 (3.53)	173.3 (4.33)	175.3 (4.04)
체중(kg)	73.5 (8.29)	73.1 (9.16)	73.7 (6.84)	77.1 (8.76)
BMI (kg/m ²)	25.4 (2.38)	24.4 (2.67)	25.0 (1.72)	25.7 (2.55)
체지방량 (kg)	18.3 (4.69)	19.2 (4.44)	17.8 (3.06)	19.5 (5.21)
근육량 (kg)	52.4 (5.05)	51.1 (5.54)	53.0 (5.50)	54.8 (5.37)
체지방률 (%)	24.7 (4.18)	26.5 (3.31)	24.2 (3.35)	25.1 (4.73)
수축기혈압* (mmHg)	130.7 (10.65)	122.0 (10.28)	123.3 (11.81)	131.2 (16.71)
이완기 혈압 (mmHg)	84.0 (9.20)	77.0 (10.91)	79.5 (10.30)	85.1 (16.42)
안정시 심박수** (bpm)	82.5 (14.10)	73.5 (8.51)	72.1 (9.36)	73.8 (9.82)

mean(SD), ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

직무에 따른 남성소방공무원의 신체적 특성 중, 수축기 혈압 ($F=3.092$, $p=0.032$)과 안정시 심박수 ($F=4.155$, $p=0.009$, 구급, 구조, 진압 < 내근)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

표 7. 직무에 따른 여성 소방공무원의 신체적 특성

	내근 (n=4)	구급 (n=7)	진압 (n=7)
나이(세)*	38.5 (3.95)	30.9 (4.18)	31.1 (6.01)
신장(cm)	163.3 (4.35)	159.8 (3.42)	165.9 (11.47)
체중(kg)	60.9 (2.03)	53.8 (2.79)	58.0 (6.20)
BMI (kg/m ²)	23.6 (3.22)	21.2 (1.30)	22.6 (2.77)
체지방량 (kg)	19.9 (5.47)	17.3 (2.89)	20.6 (4.24)
근육량 (kg)	38.7 (2.03)	34.3 (2.89)	35.3 (2.79)
체지방률 (%)	32.3 (6.61)	32.1 (3.82)	35.2 (4.24)
수축기 혈압 (mmHg)	109.0 (2.71)	108.3 (10.23)	109.0 (7.02)
이완기 혈압 (mmHg)	71.8 (9.00)	70.3 (10.67)	71.9 (5.70)
안정시 심박수 (bpm)	80.8 (14.45)	78.4 (13.58)	82.0 (8.29)

mean(SD), * $p<0.05$

직무에 따른 여성소방공무원의 신체적 특성 중, 나이에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($F=3.809$, $p=0.046$, 구급, 진압 < 내근). 근육량에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었지만 ($p=0.051$), 내근 직무의 근육량이 다소 높은 경향을 보였다.

BMI 분류에 따른 남, 여 소방공무원의 수와 비율은 다음과 같다.

표 8. BMI 분류에 따른 남성소방관과 여성소방관의 분포

	저체중	정상	과체중	비만
남성	0 (0)	15 (17.9)	24 (28.6)	45 (53.6)
여성	1 (5.6)	9 (50.0)	6 (33.3)	2 (11.1)
전체	1 (1.0)	24 (23.5)	30 (29.4)	47 (46.1)

명(%)

BMI 분류의 기준은 WHO의 Asian-Pacific의 기준에 따라 남녀 모두 18.5kg/m^2 미만은 저체중, $18.5 - 22.9\text{ kg/m}^2$ 는 정상, $23.0 - 24.9\text{ kg/m}^2$ 는 과체중, 25.0 kg/m^2 이상은 비만으로 분류하였다 (J. U. Kim et al., 2017). 남성소방관은 총 84명 중 45명 비만, 24명이 과체중 이었고, 여성소방관은 총 18명 중 비만이 6명, 과체중이 6명이었다.

표 9. BMI 분류에 따른 직무 별 남성 소방공무원의 분포

	저체중	정상	과체중	비만
내근	—	2 (9.5)	8 (38.1)	11 (52.4)
구급	—	8 (38.1)	5 (23.8)	8 (38.1)
구조	—	2 (9.5)	6 (28.6)	13 (61.9)
진압	—	3 (14.3)	5 (23.8)	13 (61.9)

명(%)

BMI 분류에 따른 직무 별 남성소방관의 분포에서, 구급 직무의 인원들이 다소 많은 인원들이 정상 범위에 속해있는 경향을 보였다.

표 10. BMI 분류에 따른 직무 별 여성소방공무원의 분포

	저체중	정상	과체중	비만
내근	—	1 (25.0)	2 (50.0)	1 (25.0)
구급	—	6 (85.7)	1 (14.3)	—
진압	1 (14.3)	2 (28.6)	3 (42.9)	1 (14.3)
명(%)				

BMI 분류에 따른 직무 별 여성소방관의 분포에서, 구급 직무의 인원들이 다소 많은 인원들이 정상 범위에 속해있는 경향을 보였다.

BMI 분류에 따른 남, 여 소방공무원의 수와 비율은 다음과 같다.

표 11. 체지방률 분류에 따른 남성소방관과 여성소방관의 분포

체지방률	낮음	평균	높음
남성	9 (10.7)	27 (32.1)	48 (57.1)
여성	1 (5.6)	4 (22.2)	13 (72.2)
전체	10 (9.8)	31 (30.4)	61 (59.8)
명(%)			

체지방률의 기준은 M. H. Park, Lee, and Jung (2013); Sim and Park (2004)의 연구에 따라 남성의 체지방률의 경우, 20%미만은 낮음, 20% - 24.9%는 평균, 25% 이상은 높음으로 분류하였고, 여성의 경우, 25%미만은 낮음, 25% 에서 29.9%는 평균, 30%이상은 높음으로 분류하였다. 남성소방관은 약 57%, 여성소방관은 약 72%가 체지방률 높음에 분포하였다.

표 12. 체지방률 분류에 따른 직무 별 남성소방관의 분포

체지방률	낮음	평균	높음
내근	3 (14.3)	7 (33.3)	11 (52.4)
구급	1 (4.8)	5 (23.8)	15 (71.4)
구조	3 (14.3)	6 (28.6)	12 (57.1)
진압	2 (9.5)	9 (42.9)	10 (47.6)

명(%)

체지방률 분류에 따른 직무 별 남성소방관의 분포에서, 구급 직무의 인원들이 15명으로 체지방률 높음에 가장 많은 비율을 차지하고 있었다.

표 13. 체지방률 분류에 따른 직무 별 여성소방관의 분포

체지방률	낮음	평균	높음
내근	1 (25.0)	—	3 (75.0)
구급	—	2 (28.6)	5 (71.4)
진압	—	2 (28.6)	5 (71.4)

명(%)

체지방률 분류에 따른 직무 별 여성소방공무원의 분포는 구급 직무와 진압 직무에서 동일할 경향을 보였다.

4.2 소방공무원 심폐능력

측정된 소방공무원들의 심폐능력은 다음과 같다

표 14. 측정된 남, 여 소방공무원들의 평균 $VO_2\max$ 와 최대 심박수

	남성소방공무원	여성소방공무원
절대적 $VO_2\max$ (L/min)***	3.19(0.49)	2.04(0.27)
상대적 $VO_2\max$ (ml/kg/min)***	42.27(6.36)	35.93(4.81)
호흡 교환율	1.25(0.11)	1.27(0.08)
최대 심박수 (bpm)	181.00(14.83)	181.06(10.14)

mean(SD), *** $p < 0.001$

측정된 남성 소방공무원의 상대적 $VO_2\max$ 는 42.27 ml/kg/min 이였고, 여성 소방공무원의 상대적 $VO_2\max$ 는 35.93 ml/kg/min 이였다. 남성 소방공무원과 여성 소방공무원의 상대적 $VO_2\max$ 는 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p=0.002$). 측정된 남성 소방공무원의 최대심박수는 181 bpm 이였고, 여성 소방공무원의 최대심박수는 181.06 bpm 이였다. 남성 소방관과 여성 소방관의 최대심박수의 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

표 15. 직무 별 남, 여 소방공무원의 상대적 VO₂max값 (단위: ml/kg/min)

	내근	구급	구조	진압
남성	40.54 (7.44)	42.10 (5.69)	45.13 (4.69)	41.32 (6.76)
여성	37.32 (3.75)	38.07 (5.36)	—	33.00 (3.58)
mean(SD)				

직무 별 상대적 VO₂max값은 통계적으로 유의한 차이가 없었다 (남성 $p=0.096$, 여성 $p=0.110$). 하지만 남성소방공무원에서 구조 직무의 상대적 VO₂max값이 타 직무보다 높은 경향을 보였고, 여성소방공무원에서 진압 직무의 상대적 VO₂max값이 낮은 경향을 보였다.

NFPA 가이드라인에 따른 소방공무원들의 수와 비율은 다음과 같다

표 16. NFPA 가이드라인에 따른 남성 소방공무원과 여성 소방공무원의 분포

METs	≤ 8	8 - 10	10 - 12	≥ 12
남성	2 (2.4)	8 (9.5)	29 (34.5)	45 (53.6)
여성	1 (5.6)	7 (38.7)	8 (44.4)	2 (11.1)
전체	3 (2.9)	15 (14.7)	37 (36.3)	47 (46.1)
명(%)				

측정된 VO₂max 결과값에 따라 NFPA 1582 권고사항인 4가지 레벨로 분류하였다. 현재, NFPA 1582, 8.2.2.1.2 ~ 8.2.2.1.4에서는 남, 여 상관없이 12 METs (환산 시 42 ml/kg/min) 레벨 아래의 소방관은

체력에 대하여 상담을 권고하고 있고, 10 METs (환산 시 35 ml/kg/min) 레벨 아래의 소방관은 유산소성 운동 프로그램의 처방을 권고하고, 8 METs (환산 시 28 ml/kg/min) 레벨 아래의 소방관은 유산소성 운동 프로그램의 처방과 임무 참여에 대한 제한 검토를 권고하고 있다 (ACSM, 2013; NFPA, 2017). VO₂max 결과값의 분류에 따른 남성소방관과 여성소방관의 분포 결과, 남성소방관의 경우 12 METs 이상의 대상자가 45명으로 가장 많은 비율을 차지 하였고, 여성소방관의 경우 10 METs - 12METs 사이의 대상자가 8명으로 가장 많은 비율을 차지하였다.

표 17. NFPA 가이드라인에 따른 직무 별 남성소방공무원의 분포

METs	≤ 8	8 - 10	10 - 12	≥ 12
내근	—	4 (19.0)	10 (47.6)	7 (33.3)
구급	1 (4.8)	—	9 (42.9)	11 (52.4)
구조	—	1 (4.8)	3 (14.3)	17 (81.0)
진압	1 (4.8)	3 (14.3)	7 (33.3)	10 (47.6)

명(%)

VO₂max 결과값의 분류에 따른 직무 별 남성소방관의 분포에서 구조 직무의 남성소방관이 17명(구조 직무의 81%)으로 다소 많은 비율을 차지하는 경향을 보였다.

표 18. NFPA 가이드라인에 따른 직무 별 여성소방공무원의 분포

METs	≤ 8	8 - 10	10 - 12	≥ 12	χ^2
내근	—	1 (25.0)	3 (75.0)	—	6.210
구급	—	3 (42.9)	2 (28.6)	2 (28.6)	
진압	1 (14.3)	3 (42.9)	3 (42.9)	—	
					명(%)

VO₂max 결과값의 분류에 따른 직무 별 여성소방관의 분포에서 구급 직무의 여성소방공무원 2명만이 12 METs 이상을 충족시켰고, 그 외의 직무에서는 12 METs 이상을 충족시키는 인원이 없었다.

4.3 소방공무원 근 기능

측정된 소방공무원들의 근 기능은 다음과 같다

표 19. 남성소방공무원과 여성소방공무원의 양쪽 무릎, 양쪽 어깨, 몸통의 peak torque값과 total work값과 악력 값

			남성소방공무원***		여성소방공무원	
			우측	좌측	우측	좌측
무릎	60° /sec (Nm)	신전	184.8 (38.7)	178.0 (37.5)	115.4 (20.2)	110.3 (19.0)
		굴곡	95.23 (19.1)	93.0 (24.4)	55.4 (12.7)	50.5 (11.6)
	180° /sec (J)	신전	2107.1 (361.3)	2033.7 (372.0)	1276.1 (202.2)	1230.6 (226.0)
		굴곡	1162.4 (252.0)	1150.7 (264.7)	654.7 (142.8)	600.8 (168.2)
어깨	60° /sec (Nm)	신전	103.1 (24.4)	93.3 (29.3)	38.7 (8.4)	34.9 (6.2)
		굴곡	69.7 (14.3)	65.9 (12.9)	37.4 (4.3)	35.4 (5.1)
	180° /sec (J)	신전	1653.2 (390.4)	1526.4 (406.2)	672.4 (156.3)	600.4 (145.1)
		굴곡	1281.12 (270.0)	1290.0 (305.8)	570.6 (144.4)	581.9 (152.0)
몸통	60° /sec (Nm)	굴곡	277.0 (45.0)		165.9 (21.7)	
		신전	245.8 (48.1)		139.8 (25.3)	
악력	kg		49.80(5.70)		30.76(7.14)	

mean(SD), *** $p < 0.001$

모든 근 기능의 결과는 성별에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.001$). 오른쪽 무릎 신전의 남, 여성소방공무원의 peak torque

값은 각각 184.8 Nm와 115.4 Nm로, 여성소방공무원이 남성소방공무원의 62.4%로 근 기능 중 가장 적은 차이를 보이는 항목이었다. 남성소방공무원의 우측과 좌측의 어깨 신전 peak torque 값은 각각 103.1 Nm와 93.3 Nm 이였고, 여성소방관은 각각 38.7 Nm와 34.9 Nm로, 남성소방공무원의 37.5%와 37.4%의 수준을 보여주며, 측정한 근 기능의 항목 중 가장 큰 비율의 차이를 보였다. 몸통의 경우, 여성소방공무원이 남성소방공무원의 약 60% 수준을 보였으며 악력의 경우, 61.8%의 수준을 보였다.

표 20. 직무별 남성 소방공무원의 양 쪽 무릎의 peak torque값과 total work값

		60° /sec (Nm)		180° /sec (J)	
		신전	굴곡	신전	굴곡
내근	우측	184.90 (28.98)	96.90 (16.25)	2027.90 (295.82)	1122.81 (253.08)
	좌측	180.14 (21.67)	96.71 (34.41)	1962.38 (262.37)	1087.57 (223.03)
구급	우측	168.10 (36.84)	86.86 (15.71)	2004.76 (371.05)	1073.57 (229.10)
	좌측	161.24 (40.68)	84.71 (19.44)	1984.76 (404.09)	1158.19 (275.58)
구조	우측	190.10 (41.41)	98.10 (24.32)	2174.48 (406.56)	1213.67 (275.29)
	좌측	181.71 (39.80)	95.90 (21.31)	2056.06 (445.47)	1160.19 (308.92)
진압	우측	196.75 (43.18)	99.25 (17.74)	2226.85 (336.61)	1243.40 (226.40)
	좌측	189.40 (41.05)	94.65 (18.42)	2136.45 (352.11)	1199.20 (250.09)
mean(SD)					

직무 별 남성소방공무원의 양 쪽 무릎의 근 기능은 직무에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 남성소방공무원의 무릎 근 기능은 진압 직위가 높고, 구급과 내근 직위가 낮은 경향이 나타났다.

표 21. 직무 별 여성 소방공무원의 양 쪽 무릎의 peak torque값과 total work값

		60° /sec (Nm)		180° /sec (J)	
		신전	굴곡	신전	굴곡
내근	우측	129.50 (20.01)	69.00* (2.83)	1404.25 (256.63)	836.00** (139.51)
	좌측	116.50 (12.40)	59.00* (8.04)	1325.25 (195.33)	758.25** (136.33)
구급	우측	107.29 (19.85)	51.00 (10.49)	1233.43 (184.76)	637.00 (95.35)
	좌측	105.71 (23.21)	47.43 (8.60)	1162.00 (272.86)	555.86 (163.85)
진압	우측	115.43 (18.90)	52.00 (13.65)	1245.57 (186.07)	568.71 (89.70)
	좌측	111.43 (18.71)	48.71 (14.49)	1245.14 (198.43)	555.86 (150.90)

mean(SD), * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

직무 별 여성소방공무원의 양 쪽 무릎의 근 기능 중, 우측 60° /sec와 180° /sec의 굴곡에서 직무에 따라 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다 ($p=0.041$, 구급 ≤ 진압 ≤ 내근, $p=0.003$, 진압, 구급 < 내근). 여성소방공무원의 무릎 근 기능은 내근 직위가 높고, 구급 직위가 낮은 경향이 나타났다.

표 22. 직무 별 남성 소방공무원의 양 어깨의 peak torque값과 total work값

		60° /sec (Nm)		180° /sec (J)	
		신전	굴곡	신전	굴곡
내근	우측	98.71 (20.51)	65.14 (8.22)	1566.62 (350.41)	1164.24 (219.98)
	좌측	85.86 (17.00)	64.19 (8.91)	1409.71 (279.22)	1212.05* (204.36)
구급	우측	101.14 (33.28)	69.71 (13.23)	1631.48 (364.24)	1258.00 (259.45)
	좌측	92.29 (29.40)	63.52 (11.78)	1462.05 (368.42)	1224.15 (272.31)
구조	우측	102.47 (22.43)	71.68 (16.38)	162.35 (414.65)	1366.05 (304.69)
	좌측	94.30 (18.94)	69.20 (13.50)	1568.85 (409.56)	1455.40 (298.41)
진압	우측	110.35 (31.68)	72.55 (17.72)	1794.60 (422.31)	1343.45 (262.32)
	좌측	100.86 (43.75)	66.71 (16.33)	1663.86 (511.65)	1273.05 (378.94)

mean(SD), * $p < 0.05$

직무 별 남성소방공무원의 양 어깨의 근 기능 중, 180° /sec 좌측 굴곡에서 직무에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($F=2.931$, $p=0.039$, 내근 \leq 구급, 진압 \leq 구조). 남성소방공무원의 어깨 근 기능은 구조, 진압 직무가 높고, 내근이 낮은 경향이 나타났다.

표 23. 직무 별 여성 소방공무원의 양 어깨의 peak torque값과 total work값

		60° /sec (Nm)		180° /sec (J)	
		신전	굴곡	신전	굴곡
내근	우측	41.00 (10.50)	35.50 (3.42)	695.75 (174.56)	603.75 (257.42)
	좌측	38.00 (5.23)	39.50 (4.66)	644.25 (222.68)	705.50 (199.89)
구급	우측	35.57 (2.44)	37.57 (2.94)	668.57 (94.69)	533.71 (80.36)
	좌측	32.29 (3.25)	34.57 (5.09)	573.00 (52.92)	526.71 (129.54)
진압	우측	40.57 (10.78)	38.29 (5.88)	662.86 (210.95)	588.57 (129.51)
	좌측	35.71 (8.36)	33.86 (4.81)	602.86 (172.84)	566.57 (121.35)
mean(SD)					

직무 별 여성소방공무원의 어깨 근 기능은 직무에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 여성소방공무원의 어깨 근 기능은 내근이 높고, 구급이 낮은 경향을 나타냈다.

표 24. 직무 별 남성 소방공무원의 몸통의 peak torque값과 악력

	60° /sec (Nm)		악력
	신전	굴곡	
내근	260.90(53.45)	246.05(42.82)	49.70(5.33)
구급	276.33(31.58)	231.14(40.78)	49.06(4.87)
구조	284.81(40.48)	256.90(54.25)	50.48(5.97)
진압	286.20(50.17)	249.15(53.28)	49.95(6.78)
			mean(SD)

직무 별 남성소방공무원의 몸통 근 기능과 악력은 직무에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 남성소방공무원의 몸통 근 기능은 구조와 진압 직무가 높고, 내근과 구급 직무가 낮은 경향을 나타냈다. 악력의 경우 구조가 가장 높고, 구급이 가장 낮은 경향을 보였다.

표 25. 직무 별 여성 소방공무원의 몸통의 peak torque값과 악력

	60° /sec (Nm)		악력
	신전	굴곡	
내근	168.50(25.98)	131.00(24.35)	31.28(4.55)
구급	158.00(23.69)	143.14(28.75)	30.47(2.89)
진압	172.29(17.47)	141.57(25.07)	35.03(10.61)
			mean(SD)

직무 별 여성소방공무원의 몸통 근 기능과 악력은 직무에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 여성소방공무원의 악력의 경우 진압 직무가 가장 높고, 구급 직무가 가장 낮은 경향을 보였다.

제 5 장 논 의

본 연구의 목적은 서울시 소방공무원 102명(남성 84명, 여성 18명)을 대상으로 신체조성, 심폐능력, 근력, 근 지구력을 측정하여, 현재 체력상태를 객관적으로 살펴보고 운동프로그램을 개발하기 위한 기초자료를 제공하는 것이다. 신체조성 중, 남성소방공무원의 체지방은 25.1%, 여성소방공무원은 33.4%로 통계적으로 유의한 차이를 볼 수 있었다. 직무에 따라 남성소방공무원의 수축기 혈압과 안정시 심박수 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 심폐능력의 경우 남녀 각각 42.27 ml/kg/min, 35.93 ml/kg/min으로 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 남성소방공무원의 53%, 여성소방공무원의 11%만 42 ml/kg/min 이상의 심폐 능력을 가지고 있었다. 직무 별 상대적 VO_{2max} 값은 통계적으로 유의한 차이가 없었지만, 남성소방공무원에서 구조 직무의 상대적 VO_{2max} 값이 타 직무보다 높은 경향을 보였고, 여성소방공무원에서 진압 직무의 상대적 VO_{2max} 값이 낮은 경향을 보였다. 남성소방공무원의 우측, 좌측 어깨의 peak torque 값은 각각 103.1 Nm와 93.3 Nm 이었다. 여성소방관은 38.7 Nm와 34.9 Nm로, 남성소방관의 37.5%와 37.4%로 등속성 장비를 측정한 항목 중 가장 큰 비율의 차이를 보였다. 오른쪽 무릎 신전의 peak torque 값은 남녀 각각 184.8 Nm와 115.4 Nm로, 여성소방공무원의 값은 남성소방공무원의 62.4%에 해당되어 가장 적은 차이를 보이는

항목이었다. 남성소방공무원과 여성소방공무원의 악력은 48.80 kg, 30.76kg으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다

본 연구의 결과를 토대로 소방공무원의 신체조성, 심폐 능력, 근 기능에 대해서 비교, 논의 해 보고자 한다.

5.1 신체 조성

2017년 국민체력실태조사에서 대한민국 35~39세 남성의 신장, 체중, BMI의 평균은 173.6 cm, 74.8 kg, 24.8 kg/m²으로, 본 연구의 남성소방공무원과 비교하였을 때, 신장에서는 차이가 없었으며, 체중에서 -0.3 kg, BMI에서 -0.1 kg/m²의 차이를 보였다. 30~34세 여성은 161.4 cm, 58.4 kg, 22.4 kg/m²으로, 여성소방소무원과 신장, 체중, BMI에서 각각 -0.9 cm, +1.7 kg, +0.8 kg/m²의 차이를 보였다. (*The Survey of National Physical Fitness*, 2017). 이러한 비교 결과를 보았을 때, 남성소방공무원은 대한민국 평균 남성의 신체조건을 갖고 있으며, 여성소방공무원의 경우 일반여성보다 신장은 크지만, 체중은 덜 나가는 것으로 보인다. 직무 별 남성소방공무원과 여성소방공무원 모두, 신장, 체중, BMI에서 진압 직무가 높은 경향을 보였고, 구급 직무가 상대적으로 가장 낮은 경향을 보였다.

표 26. 해외 소방공무원과 한국 소방공무원의 신체조성 비교

국가	대상자 수(명)	나이 (세)	신장 (cm)	체중 (kg)	체지방 륜 (%)	BMI (kg/m ²)	참고문헌
남성소방공무원							
한국	84	39.7 (4.4)	173.9 (4.4)	74.4 (8.3)	25.1 (4.0)	25.1 (2.4)	본 연구
스웨덴	10	34 (9.8)	177 (1)	78 (11.1)	—	25 (2.6)	A. S. Lindberg et al. (2015)
노르웨이	14	38 (9)	179 (7)	83 (11)	—	26 (2)	E. D. Von Heimburg et al. (2006)
캐나다	33	41.5 (6.5)	179.2 (5.9)	89.0 (11.4)	18.8 (3.7)	27.7 (3.4)	F. Michael Williams-Bell, Geoff Boisseau, John McGill, Andrew Kostuik, and Hughsona (2010)
독일	41	39 (9)	179.6 (2.3)	84.4 (9.2)	—	26.1 (2.8)	Windisch et al. (2017)
이탈리아	31	36-40	177 (0.06)	78.8 (9.4)	—	25.3 (2.5)	F. Perroni et al. (2014)
영국	50	40 (10)	178 (6)	84.1 (10.1)	20.6 (3.0)	26.7 (3.0)	A G Siddall et al. (2016)
핀란드	21	38 (7)	178 (7)	79 (10)	—	25 (2)	Kaikkonen et al. (2017)
미국	48	43 (8)	181 (7)	91 (13)	20 (5)	28 (3)	T. W Storer et al. (2014)
일본	9	28.6 (2.4)	172.4 (5.9)	69.4 (5.1)	—	23.4 (1.4)	Son, Bakri, Muraki, and Tochihara (2014)
미국의 경우 여성소방공무원이 1명 포함된 대상자 수							
여성소방공무원							
한국	18	32.7 (5.7)	162.9 (7.8)	57.0 (5.8)	33.4 (4.64)	22.3 (2.5)	본 연구
캐나다	3	31.7 (1.5)	168.7 (6.4)	71.3 (9.8)	18.7 (2.6)	25.0 (2.4)	F. Michael Williams-Bell et al. (2010)
영국	12	37 (7)	169 (0.1)	67.0 (8.0)	26.9 (6.4)	23.6 (2.7)	A G Siddall et al. (2016)
미국	76	38.0 (10.1)	—	—	21.2 (6.4)	—	Li et al. (2017)
mean(SD)							

해외소방공무원들과 비교하였을 때 (표 20), 남성소방공무원의 신장, 체중, BMI에서 상대적으로 낮은 수준에 속하였다. 일본 남성소방공무원만이 신장, 체중, BMI에서 모두 한국 남성소방공무원보다 낮은 수치를 보였다 (Son et al., 2014). 하지만, 캐나다 남성소방공무원 체지방률 18.8%, 영국 남성소방공무원 체지방률 20.6%, 미국 남성소방공무원 체지방률 20%와 비교하였을 때, 한국 남성소방공무원의 체지방률은 다소 높은 수치를 보였다 (F. Michael Williams-Bell et al., 2010; A G Siddall et al., 2016; Thomas W. Storer et al., 2014). 세 국가의 남성소방공무원의 BMI 수치는 높더라도, 체지방률이 낮기 때문에 근육량이 많다는 것을 추측 할 수 있다. 이러한 점을 유추해 보았을 때, 한국 남성소방공무원은 외국 소방공무원은 상대적 근육량이 다소 부족하여, 근육량을 증가시키기 위한 운동프로그램이 필요할 것으로 사료된다. 더불어, 미국 소방공무원들이 공무 중에 사망하는 원인 49%를 차지하여 가장 첫번째 원인이 심혈관계 질환이고, 이러한 심혈관계 질환과 가장 강력한 연관성을 갖는 것이 체지방량, BMI라고 언급하고 있는 것으로 보아, 이러한 맥락에서 체지방량의 감소도 다소 필요한 것으로 보인다. (Elpidoforos S. Soteriades et al., 2005; Li et al., 2017; Stefanos N. Kales et al., 2009; Thomas W. Storer et al., 2014). 여성소방공무원들은 해외 여성소방공무원보다 신장, 체중, BMI에서 낮은 수치를 보였다. 특히, 체지방률은 캐나다 18.7%, 영국 26.9%, 미국 21.2%의 수치와 큰 차이를 보였다 (F. Michael Williams-Bell et al., 2010; Li et al., 2017; A G Siddall et al., 2016).

많은 연구에서, 높은 체지방률을 보이는 소방공무원들은 응급상황에서 정상적인 임무수행을 하는데 있어서 어려움이 있기 때문에, 소방공무원에게 큰 문제가 될 수 있다고 말한다 (Michaelides et al., 2011; Phillips et al., 2017). Michaelides et al. (2011)의 연구에서는 6가지의 항목을 수행하는데 있어서, 주어진 임무를 늦게 종료한 소방공무원이, 조기에 종료한 소방공무원보다 체지방량이 10% 더 많았다고 보고했다. 무엇보다도, 체지방률은 소방공무원의 중요한 심폐지구력 요인인 VO_{2max} 에 음의 상관관계를 갖고 있기 때문에 (T. W. Storer et al., 2014), 한국 여성소방관에게 체지방 감소는 매우 필수적이라고 볼 수 있다.

체지방과 관련하여, 여성소방공무원의 신체는 TOFI (thin-outside-fat-inside)의 형태를 보였다 (E. Louise Thomas, Gary Frost, Simon D. Taylor-Robinson, & Bell, 2012). TOFI는 겉으로는 정상인 체형으로 보이지만 내장지방이 많은 것을 말한다. 이러한 TOFI의 또 다른 표현형 (phenotype)으로는 MONW (metabolically obese normal-weight) 라고도 정의하였다 (Conus, Rabasa-Lhoret, & Peronnet, 2007; Lorenzo, Martinoli, Vaia, & Di Renzo, 2006). 이와 관련된 Conus et al. (2007); Lorenzo et al. (2006)의 연구에서, MONW 형태를 보이는 대상자들은 인슐린 민감도 감소로 인해 제 2형 당뇨병에 걸릴 위험이 증가한다고 주장하였다. 표 8과 표 11를 비교하였을 때, 남성소방공무원 BMI ‘비만’의 분포와 체지방률 ‘높음’ 항목의 분포가 비슷한 반면, 여성소방공무원 BMI의 분포는 ‘정상’에서

‘과체중’에 집중된 분포를 보이지만, 체지방률의 분포는 ‘높음’ 항목에 그 분포가 치우쳐져 있다. 이를 해석하면, BMI는 정상 혹은 그보다 약간 높은 수준이지만, 이러한 몸을 구성하는 체지방률은 많다고 해석 할 수 있다. 이것은 전형적으로 겉은 정상인 체형, 속은 비만인 TOFI의 형태임을 알 수 있다. 특히나 여성소방공무원 직무 중, BMI ‘정상’이 6명이지만 (표. 10), 체지방률이 ‘높음’이 5명인 진압 직무에서 많이 볼 수 있다 (표. 13). 이러한 관점에서, 한국 여성소방공무원은 그들의 건강뿐만 아니라 국민의 생명과 재산과 직결되는 소방공무원의 임무 완수를 위하여 체지방을 낮추고, 적절하게 유지할 수 있는 프로그램이 필요하다. 또한 체지방, 근육량은 소방공무원의 임무수행에 밀접한 관련이 있기 때문에 (Michaelides et al., 2011; Phillips et al., 2017) Michaelides et al. (2011), 소방당국에서는 운동 프로그램뿐만 아니라 현재 체력 측정에 신체조성측정을 포함하여 지속적으로 관리해야 할 필요성이 있다.

5.2 심폐능력

한국 남성소방공무원과 여성소방공무원은 비슷한 연령대의 대한민국 평균 남성, 여성의 심폐능력보다는 좋은 것으로 나타났다. 2017년 국민체력실태조사 결과에 따르면, 일반 남성 35-39세의 20미터 왕복 달리기의 평균 횟수는 39.1회, 일반 여성의 30-34세의 평균 횟수는 22.3회로 나타났다 (*The Survey of National Physical Fitness*, 2017). 20미터 왕복 달리기의 횟수를 Lager and Lambert (1982)의 환산식으로 환산을 해보았을 때, 일반 남성 평균은 약 32 ml/kg/min, 일반 여성 평균의 경우는 약 26 ml/kg/min로 나타난다. 이는 남성소방공무원의 평균 심폐능력 42.27 ml/kg/min, 여성소방공무원의 평균 심폐능력 35.9 ml/kg/min와 비교하였을 때, 소방공무원의 심폐능력이 훨씬 우수하다는 것을 알 수 있다. 또한 소방공무원의 심폐능력을 횟수로 환산하였을 때 (Lager & Lambert, 1982), 남성소방관의 경우 69회, 여성소방관의 경우 47회로, 2017 국민체력실태조사 20미터 왕복 달리기 백분위 기준에서 남녀 각각 90-95%, 100%에 달하여 5개의 등급 중 남, 여 모두 1등급 수준임을 알 수 있다 (*The Survey of National Physical Fitness*, 2017). 하지만, 남성소방공무원의 경우, 매년 1회 실시하는 소방공무원 체력테스트의 20미터 왕복 오래 달리기 만점 기준인 78회에는 다소 미치지 못한 수치이며, 여성소방공무원의 경우는 만점 기준인 43회를 넘는 수치를 보였다. 본 연구에 참여한 소방공무원의 평균 심폐능력은 일반 남녀

성인보다 매우 높은 심폐능력을 갖고 있지만, 남성소방공무원의 경우 체력테스트의 만점 기준에는 미치지 못하는 것으로 나타났다.

표 27. 한국 소방공무원과 9개국 소방공무원의 VO₂ max 비교

국가	대상자 수(명)	나이(세)	VO ₂ max (ml/kg/min)	측정방법	참고문헌
남성소방공무원					
한국	84	39.7(4.4)	42.3(6.4)	D	
스웨덴	10	39(10)	58.0(4.4)	D	A. S. Lindberg et al. (2015)
노르웨이	14	38(9)	53.0(5)	D	E. D. Von Heimburg et al. (2006)
캐나다	33	41.5(6.5)	51.6(6.8)	D	F. Michael Williams-Bell et al. (2010)
독일	41	39(9)	45.0(6.0)	D	Windisch et al. (2017)
이탈리아	31	36-39	51.1(7.1)	ID	F. Perroni et al. (2014)
영국	50	40(10)	50.9(6.3)	ID	A G Siddall et al. (2016)
핀란드	21	38(7)	48.0(5)	ID	Kaikkonen et al. (2017)
미국	947	37.1(9.8)	45.8(6.1)	ID	Li et al. (2017)
브라질	4237	39(n/a)	42.4(n/a)	ID	Nogueira et al. (2016)
여성소방공무원					
한국	18	32.7(5.7)	35.9(4.8)	D	
캐나다	3	31.7(1.5)	46.6(3.5)	D	F. Michael Williams-Bell et al. (2010)
영국	12	37(7)	46.6(7.4)	ID	A G Siddall et al. (2016)
미국	76	38.0(10.1)	45.8(6.1)	ID	Li et al. (2017)

mean(SD)

D : 가스분석기를 사용한 직접 측정법,
ID: 가스분석기를 사용하지 않은 간접 측정법

비록 한국 소방공무원들이 한국 성인 남녀보다 심폐능력이 좋지만, 외국소방공무원들의 심폐능력과 비교하여 보면 많이 부족한 것으로 나타났다. 표 21은 외국소방관들의 심폐능력을 측정한 논문의 결과값을 정리한 값이다. 스웨덴 남성소방공무원은 58.0 ml/kg/min, 노르웨이 53.0 ml/kg/min으로 상당한 높은 수준의 심폐능력을 보이고 있다 (A. S. Lindberg et al., 2015; E. D. Von Heimburg et al., 2006). 브라질 남성소방공무원은 42.4 ml/kg/min으로 한국 남성소방공무원과 비슷한 수치를 보였고 (Nogueira et al., 2016), 그 다음으로는 미국 남성소방공무원이 45.8 ml/kg/min로 뒤를 이었다 (Li et al., 2017). 한국 여성소방공무원의 심폐능력은 외국 여성소방관보다 상당히 뒤떨어진 것으로 나타났다. 캐나다, 영국, 미국 여성소방공무원의 심폐능력은 약 46 ~ 47 ml/kg/min로, 측정된 한국 여성소방공무원은 3개 국의 약 77% 수준이다. 심지어, 3개 국의 여성소방공무원의 심폐능력 결과는, 본 연구에서 측정된 한국 남성소방공무원들의 결과보다 (42.27 ml/kg/min) 높은 수치를 보였다.

NFPA (2017)에서는 현재 42 ml/kg/min를 소방공무원이 필요한 최소한의 심폐능력의 기준으로 삼고 있다. 표 14의 결과에 따르면, 한국 남성소방관들은 이러한 기준을 근소하게 충족하는 수치를 보였으나, 여성소방공무원은 기준에 현저히 미치지 못하는 것으로 나타났다. NFPA (2017)에서 권고하고 있는 기준을 따라 세부적으로 보면 (표. 16), 남성소방공무원의 45명 (53.6%)이 최소기준을 충족한 반면, 여성소방공무원은 단지 2명 (11.1%)만이 충족시켰다. 게다가, 최소한의

기준을 충족한 인원은 모두 구급 직무의 인원들이 차지하고 있었다. 실제 화재현장에 투입되는 진압 직무의 여성소방무원 심폐능력은 33.00 ml/kg/min로 세 가지 직무 중 가장 낮은 수치를 보였으며 (표 15), (NFPA, 2017)의 가이드라인에 따라, 이 중 3명은 운동처방이 필요하고, 28 ml/kg/min미만의 1명은 현재 임무에 대해 제한을 고려해야 하는 수치이다 (표 18). 이는, 심폐능력이 앞서 논의한 체지방량과 체지방률과 부적 상관관계를 나타내기 때문인 것으로, 체지방량과 체지방률이 높은 진압 직무가 상대적으로 많은 인원들을 기준에 충족시키지 못한 것으로 사료된다 (T. W Storer et al., 2014). 남성소방공무원의 경우는 유의하지는 않았지만, 구조 직무의 인원들이 타 직무의 인원보다 심폐능력이 다소 높게 나왔으며, 가이드라인에 따라 분류한 결과에서도 80%이상의 인원들이 42 ml/kg/min 이상을 충족시킨 것으로 나타났다. 이러한 현상은 구조 직무의 임용은 고도로 훈련된 특수부대 및 특수훈련을 수료한 인원들을 특채로 채용하기 때문에 (W. C. Lee, 2016; Y. J. Lee, Hyun, & Kim, 2001), 타 직무의 인원들보다 심폐능력이 높은 것으로 추측된다. 종합해보면, 한국 소방공무원들이 일반인들보다 높은 심폐능력을 갖고 있지만, 소방공무원으로서 갖추어야 심폐기능 기준에는 약 50% 정도의 인원은 부족한 것으로 보인다. 여성소방공무원의 심폐능력은 지난 6년 동안 좋아지는 현상을 보였지만 Noh et al. (2018), 아직까지 소방공무원에게 요구되는 일정한 기준치에 도달하기 위하여 많은 노력이 요구될 것으로 보인다.

5.3 근 기능

본 연구의 남녀 소방공무원의 약력은 일반 성인 남녀의 약력보다 다소 우수한 것으로 나타났다. 측정된 남,여 소방공무원의 약력 값은 각각 49.80kg, 30.76kg으로, 2017 국민체력실태조사에서 조사된 30 - 39세의 남성, 30 - 34세의 여성 평균 약력인 45.2kg, 26.6kg와 비교하였을 때 (*The Survey of National Physical Fitness*, 2017), 조금 더 높은 수치임을 알 수 있다. 남성 소방공무원의 경우, 백분위 기준 75% - 80%에 위치하고, 여성 소방공무원의 경우, 백분위 80 - 85%에 위치하여 남녀 모두 5개의 등급 중 2등급에 해당되었다. 남,여 소방공무원의 약력은 다소 우수함을 보였다. 현재 실시하고 있는 소방공무원 체력검정의 기준으로, 남성소방관은 10점중 2점에 해당하는 수준이었고, 여성소방관의 경우는 10점 중 8점에 해당하는 수준이었다. 본 연구에 측정된 남녀 소방공무원의 약력은 일반 성인 남녀보다 다소 우수한 수준이지만, 남성소방관의 경우는 현재 소방공무원의 체력검정의 기준으로는 하위 수준에 속하였으며, 여성소방공무원은 상위 수준에 속하는 결과를 보였다.

외국 소방공무원들의 약력값은 한국 남녀 소방공무원과 많은 차이를 보였다. 외국 남성소방관의 경우 (표 22), 58 ~ 61kg의 약력 수치를 보이는 반면에 한국 남성소방공무원의 경우 약 50kg를 보여, 외국 남성소방관의 약 83% 수준임을 보였다. 여성소방공무원의 경우, 캐나다 여성소방공무원이 약 40kg를 보여, 한국 여성소방공무원의 약력은

캐나다 여성소방공무원의 약 76% 수준에 달했다.

표 28. 한국 소방공무원과 5개국 소방공무원의 악력 비교

국가	대상자 수(명)	나이(세)	악력(kg)	참고문헌
남성소방공무원				
한국	84	39.7(4.4)	49.8(5.7)	
캐나다	46	33.5(9.4)	118.14(17.6)	NG., MacDermid, Sinden, and Overend (2018)
일본	9	28.6(2.4)	59.6(5.1)	Son et al. (2014)
스웨덴	10	39(9.1)	61(6.6)	A. S. Lindberg et al. (2015)
미국	48	43(8)	117(15)	T. W Storer et al. (2014)
독일	41	39(9)	58.7(7.1)	Windisch et al. (2017)
여성소방공무원				
한국	18	32.7(5.72)	30.8(7.1)	
캐나다	3	36.0(5.0)	80.8(16.1)	F. Michael Williams-Bell et al. (2010)

mea(SD), 캐나다와 미국은 양 손 합을 나타냄

Sun et al. (2006)의 성인남녀 연령대별 등속성 무릎 근력 평가 연구에서 약 300명의 40대 남성의 오른쪽 신근의 평균값은 168.7 Nm, 왼쪽 신근의 평균값은 168.9 Nm로 나타났고, 오른쪽 굴근의 평균값이 87.2 Nm, 왼쪽 굴근의 평균값이 91.9 Nm로 나타났다. 또한 30대 남성의 값은 순서대로 각각 194.6 Nm, 195.1 Nm, 102.0 Nm, 106.5 Nm로 나타났다 (Sun et al., 2006). 본 연구에서 측정된 남성소방공무원의 무릎 측정 결과값은 184.8 Nm, 178.0 Nm, 95.23 Nm, 93.0 Nm로 나타났다. 본 연구의 남성소방공무원 나이(39.7세)가

30대와 40대의 경계선에 있는 점을 고려하였을 때, 남성소방관의 무릎 근력은 일반인의 평균수준 정도에 위치 함을 알 수 있다. Sun et al. (2006)의 연구에서 30대 여성의 무릎 근력은 오른쪽, 왼쪽 신근 모두 99.2 Nm, 오른쪽 굴근 45.7 Nm, 왼쪽 굴근 46.3 Nm으로 나타났다. 본 연구에서 측정된 여성소방관의 결과 값인 115.4 Nm, 110.3 Nm, 55.4 Nm, 50.5 Nm와 비교 하였을 때, 일반성인 여성의 무릎근력보다 약간 높은 수치를 보였다.

5.4 중 합

한국 소방공무원의 몸무게, BMI, 근력 수준은 대한민국 성인 남녀의 평균 수준 정도이고, 심폐능력은 매우 높은 것으로 나타났다. 하지만, 외국소방공무원과 비교했을 때, 심폐능력이나 근력은 차이가 나는 것으로 나타났다. 특히, 여성소방공무원의 심폐능력은 외국여성소방관과의 차이는 상당한 것으로 나타났다. 이는 현재 실시되고 있는 체력테스트의 기준이 낮은 것이 하나의 중요한 원인으로 사료된다. 여성소방공무원의 20m 왕복 오래 달리기의 만점 기준은 43회로, 산소 섭취량 단위로 환산하였을 때 약 33.7 ml/kg/min 이며 (Lager & Lambert, 1982), 이는 소방관이 필요한 최소한의 심폐능력인 42 ml/kg/min보다 약 8 ml/kg/min 부족한 수치이다. 반면, 남성소방공무원의 20m 왕복 오래 달리기의 만점 기준은 78회로, 환산하였을 때 (Lager & Lambert, 1982), 약 45 ml/kg/min이다. 이러한 성별에 따른 남녀간의 기준을 따로 두는 평가방식이 결국 남녀 소방관 심폐능력의 격차를 만들어 내는 것이다. 현재 CPAT의 경우는 완료 시간을 성별에 따라 차별화 하지 않고 남녀 모두 10분 20초로 동일한 기준으로 실시하고 있다 (Williams-Bell et al., 2009). CPAT을 실시할 때 필요한 생리학적 요구량을 제시한 Williams-Bell et al. (2009)의 연구를 살펴보면, 10분 20초 안에 CPAT를 완료한 남성의 상대적 $VO_2\max$ 는 53.0 ml/kg/min (제한시간 내에 실패 1명 포함), 성공한 여성의 상대적 $VO_2\max$ 는 53.4 ml/kg/min로 남녀의 차이가

없는 것으로 나타났다. 마찬가지로, F. Michael Williams-Bell et al. (2010)의 연구에서도 남성소방공무원의 상대적 VO_{2max} 는 51.6 ml/kg/min, 여성소방공무원의 상대적 VO_{2max} 는 46.6 ml/kg/min로 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 비록 남녀의 키, 몸무게, 절대적 VO_{2max} 에서는 차이가 존재하지만 F. Michael Williams-Bell et al. (2010)의 연구를 살펴보면, 실제 소방공무원의 퍼포먼스에서는 상대적 VO_{2max} 가 중요한 요소로 작용한다는 것을 추측할 수 있다. 하지만 이렇게 중요한 상대적 VO_{2max} 의 측정 평가항목인 20m 왕복 오래 달리기의 평가기준을 (표. 1), 성별에 따라 (남성 만점 횟수의 55% 정도) 체력기준을 설정하는 것이 적절 한지에 대해 소방당국은 고찰 할 필요가 있을뿐더러, 남녀의 체력차이를 극복하기 위하여 여성소방공무원들을 위한 운동프로그램을 재고 해야 할 것이다.

성별의 차이 외에도 외국소방공무원과 한국 소방공무원과의 체력차이를 보이고 있는데, 이는 체력검정의 점수 방식과 체력검정을 구성하고 있는 평가항목 방식의 차이에 따라 생기는 결과라고 추측된다. 한국 소방공무원의 체력검정은 기초체력측정 6가지가 각 항목별로 점수화 되어 총 합계로 집계가 되는 방식인 반면, CPAT의 경우는 소방 활동과 관련된 연속된 임무수행 평가로 주어진 시간을 들어오는 방식의 시험이다. 한국의 체력검정은, 비록, 심폐능력이 부족해도 근력이나 근 지구력만 우수하다면 충분히 높은 점수를 받을 수 있다. 예를 들어, 근력 평가 2가지를 만점 점수를 획득하고, 심폐능력 테스트인 20m 왕복 오래 달리기 에서 높은 점수를 획득하지 않아도 점수가 보상이

되는 형태이다. 하지만 CPAT의 경우, 심폐능력이나 근 기능에서 하나라도 부족하면 제한된 시간 안에 들어오기 힘들게 구성되어 있다. CPAT를 성공한 여성과 실패한 남성의 근력과 근 지구력을 비교해 보면, 오히려 CPAT를 성공한 여성의 leg press 근 지구력을 제외하고, 모든 항목의 근 기능에서 실패한 남성보다 낮은 수치를 보이지만, 상대적 $VO_2\max$ 는 월등히 앞선 것으로 보였다 (53.4 ml/kg/min vs 39.3 ml/kg/min) (Williams-Bell et al., 2009). 또한 실패한 여성의 경우를 살펴보면, 상대적 $VO_2\max$ 는 45.9 ml/kg/min으로 우수한 편에 속하였지만, 근력과 근지구력의 수준이 성공한 여성보다 상당히 낮음을 보였다. 이러한 CPAT는 소방공무원에게 최소한의 심폐능력과 근 기능을 필요로 하고 이를 검증하는 체력시험임을 보여 준다.

두번째로, 한국의 소방공무원 체력검정과 CPAT의 평가구성 방식의 차이이다. CPAT는 서킷(circuit) 형식인 반면에, 한국은 기초체력 테스트 형식이다. CPAT는 쉬는 시간없이 연속적인 동작으로 모든 근육을 동원하지만, 한국 체력측정은 6가지 항목 측정마다, 사이사이 쉬는 시간이 충분하고, 각 동작마다 필요한 특정한 근육만을 사용하도록 구성되어 있다. 그렇기 때문에, 배근력의 경우 1-2 초 내에 에너지를 쓰는 ATP에너지 시스템만 동원하게 되고, 무산소성 해당과정이나 산화적 인산화 과정을 동원하지 않기 때문에 젖산 내성에 대한 평가가 힘들다. 물론, 20m 왕복 오래 달리기가 산화적 인산화과정을 사용하는 측정 중 하나이지만, CPAT와는 달리, 몸에 부하를 주지 않고 처음부터 낮은 레벨로 점증적으로 단계를 증가시킴으로 (R. Ramsbottom et al.,

1988) 초반 산소공급이 충분히 이루어져 산소 부채(oxygen debt) 과정이 발생하지 않아, 과정 자체가 갖는 난이도가 낮다고 볼 수 있다. CPAT의 경우는, 처음부터 종료 시까지 소방 장비와 유사한 무게인 22.86kg 조끼를 착용한 상태에서 테스트를 진행하기 때문에, 몸의 대사 과정인 무산소성 해당과정과 산화적 인산화 과정을 모두 사용하게 되고, 이로 인한 젖산이 쌓이게 된다 (Williams-Bell et al., 2009). 특히 첫 번째 계단 오르기 경우, 산소의 소비량 (VO_2) 보다 이산화탄소 (VCO_2)의 배출량이 많아지면서 산소 부채가 생기가 되고 이로 인해 젖산이 쌓이게 된다 (Williams-Bell et al., 2009). 이는 또한 테스트 진행 시, RER이 지속적으로 1.00 이상으로 유지함에서도 알 수 있다 (Williams-Bell et al., 2009). 이와 같은 결과를 통해 체력검정 평가항목 방식과 체력검정을 이루고 있는 평가 구성 방식의 차이로 인한 외국소방공무원과 체력적인 차이를 확인 할 수 있다. 이미, Hyun, Song, and Woo (2005)의 연구에서는 현실적으로 화재현장에서 적용할 수 있는 기초적 임무수행이 가능한 인원을 선별 할 수 있는 항목에서의 체력검정이 개선되어야 한다는 제안을 한 바가 있다. 최소한의 심폐능력 및 근력, 근 지구력이 필수적인 중요한 체력검정에 관하여 소방당국에서는 평가방식의 적합성 검토와 함께, 어떤 평가 구성이 좀 더 기초적 임무수행에 적합한 인재를 선택할 수 있는 최선의 방안인지에 대한 문제를 고려해 볼 필요가 있다.

참고 문헌

- ACSM. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. American College of Sports Medicine: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., . . . Leon, A. S. (2000). Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc*, 32(9), 498-504.
- Ann-Sofie Lindberg, Juha Oksa, & Malm, C. (2014). Laboratory or field tests for evaluating firefighters' work capacity? *PLoS One*, 9(3), e91215.
- Bang, C. H., Huh, M. D., Park, E. J., Kwan, J. S., Lee, J. K., Lee, H. J., & Shin, J. S. (2012). Review - A factor analysis on firefighter's workload. [Review - A factor analysis on firefighter's workload]. *Korean Institute of the Fire Science & Engineering*, 309-312.
- Borg, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, 14(5), 377-381.
- Bos, J., Mol, E., Visser, B., & Frings-Dresen, M. (2004). The physical demands upon (Dutch) fire-fighters in relation to the maximum acceptable energetic workload. *Ergonomics*, 47(4), 446-460. doi:10.1080/00140130310001643283
- Conus, F., Rabasa-Lhoret, R., & Peronnet, F. (2007). Characteristics of metabolically obese normal-weight (MONW) subjects. *Appl Physiol Nutr Metab*, 32(1), 4-12. doi:10.1139/H07-926
- Cornell, D. J., Gnacinski, S. L., Meyer, B. B., & Ebersole, K. T. (2017). Changes in health and fitness in firefighter recruits: an observational cohort study. *Med Sci Sports Exerc*, 49(11), 2223-2233. doi:10.1249/MSS.0000000000001356
- Davis, P. O., & Dotson, C. O. (1987). Physiological aspects of fire fighting. *Fire technology*, 23(4), 280-291.

- Davis, P. O., Dotson, C. O., & Santa, D. M. (1982). Relationship between simulated fire fighting tasks and physical performance measures. *Medicine and science in sports and exercise*, 14(1), 65-71.
- E. Louise Thomas, Gary Frost, Simon D. Taylor-Robinson, & Bell, J. D. (2012). Excess body fat in obese and normal-weight subjects. *Nutr Res Rev*, 25(1), 150-161. doi:10.1017/S0954422412000054
- Elpidoforos S. Soteriades, Russ Hauser, Ichiro Kawachi, Dimitrios Liarokapis, David C. Christiani, & Kales, S. N. (2005). Obesity and cardiovascular disease risk factors in firefighters: a prospective cohort study. *Obes Res*, 13(10), 1756-1763.
- F. Michael Williams-Bell, Geoff Boisseau, John McGill, Andrew Kostiuk, & Hughson, R. L. (2010). Physiological responses and air consumption during simulated firefighting tasks in a subway system. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(5), 671-678.
- Gledhill, N., & Jamnik, V. K. (1992). Characterization of the physical demands of firefighting. *Canadian journal of sport sciences*, 17(3), 207-213.
- Hong, S. G. (2010). *The Setting of Physical Fitness Test Items for the Job Performance of FireFighter's*. (Doctorate Dissertation), University of Incheon, Incheon.
- Hyun, S. H., Song, Y. S., & Woo, L. C. (2005). A thought on the fire figting official selection examination. [A Thought on the Fire Fighting Official Selection Examination]. *T. Korean Institute of Fire Sci & Eng*, 19(4), 80-86.
- IAFF. (2008). *The Fire Service Joint Labor Management Wellness-Fitness Initiative*: IAFF; Washington, DC.
- Kaikkonen, P., Lindholm, H., & Lusa, S. (2017). Physiological Load and Psychological Stress During a 24-hour Work Shift Among Finnish Firefighters. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 59(1), 41-46. doi:10.1097/Jom.0000000000000912
- Kilbom, Å. (1980). Physical work capacity of firemen: with special reference to demands

- during fire fighting. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 48-57.
- Kim, J. M. (2005). *A study on the body state and improving the physical fitness of fire officials*. (Master dissertation), Korea National Sport University, Seoul.
- Kim, J. U., Lee, J. H., Kim, J. S., Hwang, Y. I., Kim, T. H., Lim, S. Y., . . . Rhee, C. K. (2017). Comparison of World Health Organization and Asia-Pacific body mass index classifications in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 12, 2465-2475. doi:10.2147/COPD.S141295
- Kim, S. E., & Lee, J. Y. (2016). Development of firefighting performance test drills while wearing personal protective equipment. *Fire Science and Engineering*, 30(1), 138-148. doi:10.7731/kifse.2016.30.1.138
- Kirlin, L. K., Nichols, J. F., Rusk, K., Parker, R. A., & Rauh, M. J. (2017). The effect of age on fitness among female firefighters. *Occupational medicine*, 67(7), 528-533.
- Ko, B. G. (2006). The relationship between firefighting performance and physical fitness. *Korean Journal of Sport Science*, 17(1), 66 ~ 74.
- Lager, L., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict. *Eur J Appl Physiol O*, 49, 1-12.
- Lee, W. C. (2016). *Comparative analysis of the physical training of soldiers of the special forces of each country*. (Master degree), Korea National Sport University, Seoul.
- Lee, Y. J., Hyun, S. H., & Kim, H. W. (2001). A study on the Improvements of the fire officers' employment regulations. [A Study on the Improvements of the Fire Officers' Employment Regulations]. *Fire Science and Engineering*, 15(4), 10-23.
- Lemon, P. W. R., & Hermiston, R. T. (1977). The human energy cost of fire fighting. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 19(8), 558-562.
- Lertwanich, P., Lamsam, C., & Kulthanan, T. (2006). Difference in isokinetic strength of the muscles around dominant and nondominant shoulders. *J Med Assoc Thai*, 89(7), 948-952.
- Li, K., Lipsey, T., Leach, H. J., & Nelson, T. L. (2017). Cardiac health and fitness of

- Colorado male/female firefighters. *Occupational medicine*, 67(4), 268-273.
- Lindberg, A. S., Oksa, J., Antti, H., & Malm, C. (2015). Multivariate Statistical Assessment of Predictors of Firefighters' Muscular and Aerobic Work Capacity. *PLoS One*, 10(3).
- Lindberg, A. S., Oksa, J., Gavhed, D., & Malm, C. (2013). Field tests for evaluating the aerobic work capacity of firefighters. *PLoS One*, 8(7), e68047. doi:10.1371/journal.pone.0068047
- Lorenzo, A., Martinoli, R., Vaia, F., & Di Renzo, L. (2006). Normal weight obese (NWO) women: An evaluation of a candidate new syndrome. *Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 16(8), 513-523. doi:10.1016/j.numecd.2005.10.010
- Louhevaara, V., Smolander, J., Korhonen, O., & Tuomi, T. (1986). Maximal working times with a self-contained breathing apparatus. *Ergonomics*, 29(1), 77-85.
- Michaelides, M. A., Parpa, K. M., Henry, L. J., Thompson, G. B., & Brown, B. S. (2011). Assessment of physical fitness aspects and their relationship to firefighters' job abilities. *J Strength Cond Res*, 25(4), 956-965.
- Misner, J. E., Plowman, S. A., & Boileau, R. A. (1987). Performance differences between males and females on simulated firefighting tasks. *Journal of Occupational Medicine*, 29(10), 801-805.
- Nazari, G., MacDermid, J. C., Sinden, K. E., & Overend, T. J. (2017). Comparison of Canadian firefighters and healthy controls based on submaximal fitness testing and strength considering age and gender. *Int J Occup Saf Ergon*, 1-7.
- NFPA. (2017). *NFPA 1582, Standard on comprehensive occupational medical program for fire departments*: National Fire Protection Association.
- NG, MacDermid, J. C., Sinden, K. E., & Overend, T. J. (2018). The relationship between physical fitness and simulated firefighting task performance. *Rehabilitation research and practice*.
- Nogueira, E. C., Porto, L. G. G., Nogueira, R. M., Martins, W. R., Fonseca, R. M. C.,

- Lunardi, C. C., & de Oliveira, R. J. (2016). Body Composition Is Strongly Associated with Cardiorespiratory Fitness in a Large Brazilian Military Firefighter Cohort: The Brazilian Firefighters Study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 33-38. doi:10.1519/Jsc.0000000000001039
- Noh, K. M., Lee, C. K., Young, P. S., Park, J. J., Lee, H. J., Seo, D. I., . . . Sonh, W. (2018). The Study of Korea National Firefighters' Physical Fitness over 6-year Period (2011~2016). *International J of Human Movement Science*, 12(2), 103-116.
- Oh, C. U. (2013). *Fire officer physical enhancement programme status quo and development plan*. (Master dissertation), Korea National Sport University, Seoul.
- Park, M. H., Lee, K. M., & Jung, S. P. (2013). Association between percent body fat and cardiovascular risk factors in normal weight Korean adults. *Korean Journal of Health Promotion*, 13(1), 17-24.
- Park, S. G. (2015). *A study on shiftwork firefighters' sleep*. (Master degree), Graduate School of Industry & Science, Kangwon National University, Chuchun.
- Perroni, F., Cignitti, L., Cortis, C., & Capranica, L. (2014). Physical fitness profile of professional Italian firefighters: Differences among age groups. *Applied ergonomics*, 45(3), 456-461. doi:10.1016/j.apergo.2013.06.005
- Perroni, F., Tessitore, A., Cortis, C., Lupo, C., D'Artibale, E., Cignitti, L., & Capranica, L. (2010). Energy cost and energy sources during a simulated firefighting activity. *J Strength Cond Res*, 24(12), 3457-3463. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b2c7ff
- Peterson, M. D., Dodd, D. J., Alvar, B. A., Rhea, M. R., & Favre, M. (2008). Undulation training for development of hierarchical fitness and improved firefighter job performance. *J Strength Cond Res*, 22(5), 1683-1695. doi:10.1519/JSC.0b013e31818215f4
- Phillips, D. B., Scarlett, M. P., & Petersen, S. R. (2017). The influence of body mass on physical fitness test performance in male firefighter applicants. *J Occup Environ Med*, 59(11), 1101-1108. doi:10.1097/JOM.0000000000001145

- Poplin, G. S., Roe, D. J., Peate, W., Harris, R. B., & Burgess, J. L. (2013). The association of aerobic fitness with injuries in the fire service. *Am J Epidemiol*, 179(2), 149-155. doi:10.1093/aje/kwt213
- Powers, S. (2014). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance*: McGraw-Hill Higher Education.
- R. Ramsbottom, J. Brewer, & Williams, C. (1988). A pregressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *British Journal of Sports Med*, 22(4), 141-144.
- Rantanen, T., Era, P., Kauppinen, M., & Heikkinen, E. (1994). Maximal isometric muscle strength and socioeconomic status, health, and physical activity in 75-year-old persons. *Journal of aging and physical activity*, 2(3), 206-220.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., & Gray, R. (2004). Physical fitness and job performance of firefighters. *J Strength Cond Res*, 18(2), 348-352. doi:10.1519/R-12812.1
- Ross Pawlak, Jody L. Clasey, Thomas Palmer, Thorburn B.Symons, & Abel, M. G. (2015). The effect of a novel tactical training program on physical fitness and occupational performance in firefighters. *J Strength Cond Res*, 29(3), 578-588. doi:10.1519/JSC.0000000000000663
- Ryu, S. I., & Cho, J.-m. (2009). Relationship between stress and job satisfaction of firefighters. *The Journal of the Korea Contents Association*, 9(12), 270-278.
- Seyedmehdi, S. M., Attarchi, M., Cherati, A. S., Hajsadeghi, S., Tofighi, R., & Jamaati, H. (2016). Relationship of aerobic fitness with cardiovascular risk factors in firefighters. *Work-a Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation*, 55(1), 155-161.
- Sheaff, A. K., Bennett, A., Hanson, E. D., Kim, Y. S., Hsu, J., Shim, J. K., . . . Hurley, B. F. (2010). Physiological determinants of the candidate physical ability test in firefighters. *J Strength Cond Res*, 24(11), 3112-3122. doi:10.1519/JSC.0b013e3181f0a8d5
- Siddall, A. G., Stevenson, R. D. M., Turner, P. F. J., Stokes, K. A., & Bilzon, J. L. J. (2016).

- Development of role-related minimum cardiorespiratory fitness standards for firefighters and commanders. *Ergonomics*, 59(10), 1335-1343. doi:10.1080/00140139.2015.1135997
- Siddall, A. G., Stevenson, R. D. M., Turner, P. J. F., & Bilzon, J. L. J. (2018). Physical and physiological performance determinants of a firefighting simulation Test. *Journal of Occupational and Environmental Medicine, Publish Ahead of Print*. doi:10.1097/jom.0000000000001313
- Sim, S. J., & Park, H. S. (2004). The cut-off values of body fat to identify cardiovascular risk among Korean adults. *Journal of Korean Society for the Study of Obesity*, 13(1), 14-21.
- Son, S. Y., Bakri, I., Muraki, S., & Tochiara, Y. (2014). Comparison of firefighters and non-firefighters and the test methods used regarding the effects of personal protective equipment on individual mobility. *Applied ergonomics*, 45(4), 1019-1027. doi:10.1016/j.apergo.2013.12.006
- Stefanos N. Kales, Antonios J. Tsismenakis, Chunbai Zhang, & Soteriades, E. S. (2009). Blood pressure in firefighters, police officers, and other emergency responders. *American Journal of Hypertension*, 22(1), 11-20.
- Storer, T. W., Dolezal, B. A., Abrazado, M. L., Smith, D. L., Batalin, M. A., Tseng, C.-H., . . . Group, T. P. S. (2014). Firefighter health and fitness assessment: a call to action. *J Strength Cond Res*, 28(3), 661-671.
- Storer, T. W., Dolezal, B. A., Abrazado, M. L., Smith, D. L., Batalin, M. A., Tseng, C. H., & Cooper, C. B. (2014). Firefighter health and fitness assessment: a call to action. *J Strength Cond Res*, 28(3), 661-671. doi:10.1519/JSC.0b013e31829b54da
- Sun, S. K., Jung, D. C., Lee, K. K., Lee, M. J., Kim, I. S., Song, Y. K., . . . Kim, D. Y. (2006). A research to set a standard norm of the knee extensor and flexor on muscular strength for adult population to ages. [A Research to Set a Standard Norm of the Knee Extensor and Flexor on Muscular Strength for Adult Population

- to Ages]. *Journal of Korea Sport Research*, 17(6), 287-296.
- The Survey of National Physical Fitness*. (2017). Ministry of Culture, Sports and Tourism.
- Tierney, M. T., Lenar, D., Stanforth, P. R., Craig, J. N., & Farrar, R. P. (2010). Prediction of aerobic capacity in firefighters using submaximal treadmill and stairmill protocols. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(3), 757-764.
- Von Heimburg, E., Medbo, J. I., Sandsund, M., & Reinertsen, R. E. (2013). Performance on a work-simulating firefighter test versus approved laboratory tests for firefighters and applicants. *Int J Occup Saf Ergon*, 19(2), 227-243. doi:10.1080/10803548.2013.11076981
- Von Heimburg, E. D., Rasmussen, A. K. R., & Medbø, J. I. (2006). Physiological responses of firefighters and performance predictors during a simulated rescue of hospital patients. *Ergonomics*, 49(2), 111-126.
- Williams-Bell, F. M., Villar, R., Sharratt, M. T., & Hughson, R. L. (2009). Physiological demands of the firefighter candidate physical ability test. *Med Sci Sports Exerc*, 41(3), 653-662. doi:10.1249/MSS.0b013e31818ad117
- Williford, H. N., Duey, W. J., Olson, M. S., Howard, R., & Wang, N. (1999). Relationship between fire fighting suppression tasks and physical fitness. *Ergonomics*, 42(9), 1179-1186.
- Windisch, S., Seiberl, W., Schwirtz, A., & Hahn, D. (2017). Relationships between strength and endurance parameters and air depletion rates in professional firefighters. *Scientific reports*, 7, 44590.
- Yoon, D. H., Hwang, S. S., Lee, D. W., Lee, C. G., & Song, W. (2018). Physical Frailty and Cognitive Functioning in Korea Rural Community-Dwelling Older Adults. *J Clin Med*, 7(11). doi:10.3390/jcm7110405

Abstract

The Study of Physical Fitness on Firefighters: Focusing on Body Composition, Cardiorespiratory Capacity and Muscular Function

Kyoungmin Noh

Department of Physical Education

The Graduate School of Seoul National University

Fire-fighting requires high physical capacity and strength as firefighters wear protective gear in extreme environments and perform their duties. The assessment of the physical fitness of firefighters is considerably related to cardiorespiratory capacity, muscle strength, and muscular endurance. Currently, Korean Fire Agency is attention and effort to the importance of physical fitness that firefighters should have, but there is a lack of research on physical fitness using scientific equipment with high reliability and validity, and it is difficult to qualify the physical fitness test based on the basic fitness measurement of six items in standard units. Therefore, the aim of this study is to obtain basic data on the physical fitness of firefighters through scientific equipment and to

understand the current physical fitness level of them.

A total of 102 firefighters (84 men and 18 women) were tested for body composition, cardiorespiratory capacity, and muscle functions. Body composition was measured using an extensometer and DXA, and the cardiopulmonary capacity was measured using a gas analyzer for relative VO₂max. In the case of Muscular functions, grip strength was measured through the grip dynamometer, and the torso, knees, and shoulders were measured peak torque and total work through the isokinetic machine. Data processing of this study was analyzed through descriptive statistics, T-test, and ANOVA using the SPSS 22.0 statistics program. All statistical significance level was set at 0.05.

There were differences between men and women in all body composition, excepting body fat mass and resting heart rate. The relative VO₂max of male firefighters was 42.27 ml/kg/min, and that of female firefighters was 35.93 ml/kg/min, which differed statistically. The peak torque values of the right and left shoulders of male firefighters were 103.1 Nm and 93.3 Nm, respectively, while that of female firefighters was 38.7 Nm and 34.9 Nm, respectively, with 37.5% and 37.4% of male firefighters. For grip strength, 49.9 kg and 30.8 kg were shown for men and women, respectively.

The firefighters' physical strength in this study was superior to that of ordinary adult males and females, but the level of physical fitness was lower than that of foreign firefighters and the difference between men and women was greater. It is assumed that this is due to fitness test standards according to gender and testing methods. The fire authorities may need to distribute programs to improve their physical fitness and reconsider the current fitness testing

methods.

Keywords : firefighters, physical fitness, body composition, cardiorespiratory capacity, muscular function

Student Number : 2017-27517